

Universidade de Lisboa



**ACTIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS:  
POTENCIALIDADES NAS APRENDIZAGENS DA GEOLOGIA  
- um estudo com alunos do 7º ano -**

**Maria Cristina Correia de Paulo Martins**

Mestrado em ensino de Biologia e de Geologia, no 3º Ciclo do Ensino  
Básico e no Ensino Secundário

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pela  
Professora Doutora Cecília Galvão

**2015**



Por vontade expressa da autora, este relatório não adopta as normas  
do acordo ortográfico de 1990





## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho é o culminar de mais um ciclo de estudos, que não teria sido possível concretizar sem o apoio de todos os que me rodeiam e os que dele fizeram parte. Por isso tenho muito a agradecer:

À Professora Doutora Cecília Galvão, minha orientadora, por toda a disponibilidade e incentivo, em especial na recta final de redacção da tese,

À Professora Doutora Preciosa Silva, no papel de professora cooperante, por me ter acolhido tão bem e por todas as oportunidades de aprendizagem que me proporcionou ao longo deste último ano lectivo.

À Professora Doutora M<sup>a</sup> Carla Kullberg por todo o apoio e orientação na preparação da intervenção lectiva e na revisão do conteúdo científico.

Aos alunos do 7<sup>o</sup> 2<sup>a</sup> da Escola Básica Nuno Gonçalves por terem tornado possível a intervenção lectiva e por toda a colaboração ao longo das aulas.

A todos os professores do Departamento de Geologia que me ensinaram a olhar o mundo com outros “olhos” e que têm estado sempre disponíveis.

À Tânia Anselmo, a minha companheira nestes três longos anos de viagem.

Às “meninas” Joana Duarte, Inês Braz e Inês Pascoal, por todas as aventuras e bons momentos.

Ao Pocinho, à Marta Bastos e à minha irmã, por estarem sempre “lá”.

À minha à minha tia, pelos bons conselhos.

Aos meus pais por todo o apoio, sempre e em tudo, e em especial pela grande disponibilidade para os netos.

Ao Rafael e ao João Nuno pela sua grande autonomia, o que me permitiu ter estado estado tantas horas a escrever.

E, por fim, ao Migas pela compreensão, amizade, carinho e confiança, só possível pelo seu amor.



# ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	i
ÍNDICE GERAL .....	iii
ÍNDICE DE TABELAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	x
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Contextualização do Estudo .....	1
1.2 Questões Orientadoras da Investigação .....	4
1.3 Organização do Relatório .....	4
2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	6
2.1 Teorias de Ensino-Aprendizagem .....	6
2.2 A Educação em Ciências na Actualidade .....	7
2.3 As Actividades Investigativas no Ensino das Ciências .....	9
2.4 A Avaliação e as Actividades Investigativas.....	11
3 PROPOSTA DIDÁCTICA: OCORRÊNCIA DE DOBRAS E FALHAS .....	13
3.1 Fundamentação Científica.....	13
3.1.1 Como se formam as montanhas?.....	14
3.1.2 Será a Terra um planeta dinâmico?.....	14
3.1.3 Qual é o motor que promove o mobilismo das placas litosféricas? .....	16
3.1.4 Qual a explicação actualmente aceite para o movimento das placas litosféricas?.....	18
3.1.5 Quais as consequências dos movimentos das placas litosféricas? .....	20
3.1.6 Quais as consequências dos movimentos das placas litosféricas ao nível dos limites convergentes? .....	22
3.1.7 Quais as consequências dos movimentos das placas litosféricas ao nível dos limites divergentes? .....	23
3.1.8 Quais as consequências dos movimentos das placas litosféricas ao nível dos limites transformantes? .....	24

3.1.9	Como se comportam os materiais rochosos quando sujeitos a uma tensão?	24
3.1.10	Quais as deformações que ocorrem nas rochas quando sujeitas a uma tensão compressiva? .....	25
3.1.11	Quais as deformações que ocorrem nas rochas quando sujeitas a uma tensão distensiva? .....	26
3.1.12	Quais as deformações que ocorrem nas rochas quando sujeitas a uma tensão cisalhante? .....	27
3.1.13	Terá a “nossa” margem do Atlântico uma margem passiva? .....	28
3.2	Enquadramento Didáctico .....	29
3.2.1	Contextualização da temática .....	29
3.2.2	Organização da temática .....	31
3.2.3	Análise das actividades .....	33
3.3	Avaliação .....	45
3.4	Descrição Sumária das Aulas Leccionadas .....	46
3.4.1	Diário da aula I (50') .....	46
3.4.2	Diário da aula II (50' + 50') .....	48
3.4.3	Diário da aula III (50') .....	50
3.4.4	Diário da aula IV (50') .....	52
3.4.5	Diário da aula V (50'+50') .....	55
3.4.6	Diário da aula VI (50'+50') .....	57
3.4.7	Diário da aula VII (50') .....	60
3.4.8	Diário da aula VIII (50'+ 50') .....	62
4	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS .....	66
4.1	Contextualização e caracterização dos participantes .....	66
4.1.1	Contextualização .....	66
4.1.2	Participantes .....	67
4.2	Métodos e Instrumentos de Recolha de Dados .....	70
4.2.1	Observação .....	70
4.2.2	Questionários .....	71
4.2.3	Documentos produzidos pelos alunos .....	72
5	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS .....	73
5.1	Apresentação dos dados .....	73

5.1.1	Questionário A.....	74
5.2	Análise e discussão dos dados.....	91
5.2.1	De que forma poderão as atividades práticas de cariz investigativo envolver e motivar os alunos nas suas aprendizagens? .....	91
5.2.2	De que forma as actividades de cariz investigativo contribuem para os alunos desenvolverem competências ao nível do conhecimento, substantivo e processual, e da comunicação?.....	93
5.2.3	Que dificuldades apresentam os alunos ao desenvolverem atividades investigativas? .....	96
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
6.1	Conclusões.....	97
6.2	Reflexão Final .....	100
6.3	Limitações ao Estudo.....	102
6.4	Propostas para Estudos Futuros.....	103
7	REFERÊNCIAS .....	105
8	APÊNDICES (A-K).....	111
	APÊNDICE A .....	113
	APÊNDICE B .....	119
	APÊNDICE C .....	125
	APÊNDICE D .....	131
	APÊNDICE E.....	137
	APÊNDICE F.....	143
	APÊNDICE G .....	153
	APÊNDICE H .....	161
	APÊNDICE I.....	167
	APÊNDICE J .....	171
	APÊNDICE K .....	183

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Calendarização da intervenção lectiva. A verde aulas leccionadas, a amarelo aulas em que houve entrega de documentos produzidos pelos alunos e a laranja interrupções lectivas_____	32
<b>Tabela 2.</b> Escala para apreciação do contexto regulador (adaptado de AENG, 2014)_____	67
<b>Tabela 3.</b> Pontos fortes e fracos da turma do 7º 2ª, no final do 1º Período (2014/15)_____	68
<b>Tabela 4.</b> Avaliação qualitativa dos tópicos do relatório em V de Gowin_____	87
<b>Tabela 5.</b> Cotações atribuídas a cada aluno, em cada uma das questões (a verde estão representadas as questões complexas)_____	88
<b>Tabela 6.</b> Frequências de resposta às questões de aplicação_____	89
<b>Tabela 7.</b> Frequências de resposta às questões de escolha múltipla_____	89
<b>Tabela 8.</b> Frequências de resposta às questões de resposta curta: 1tci – 1 tópico com incorrecções; 2tci – 2 tópicos com incorrecções; 2tsi – 2 tópicos sem incorrecções_____	90
<b>Tabela 9.</b> Frequências de resposta às questões de resposta curta: 1tci – 1 tópico com incorrecções; 2tci – 2 tópicos com incorrecções; 2tsi – 2 tópicos sem incorrecções; 3tci - tópicos com incorrecções; 3tsi – 3 tópicos sem incorrecções_____	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Modelo geoquímico do interior da Terra. Adaptado de Dias, Guimarães & Rocha, 2007.....	17
<b>Figura 2.</b> Modelo Geofísico do interior da Terra. Adaptado de Dias et al., 2007.....	18
<b>Figura 3.</b> A - Limite divergente; B - Limite convergente; C - Limite transformante. Adaptado de Marshak, 2001.....	19
<b>Figura 4.</b> Subducção da placa litosférica. Adaptado de Turcotte & Schubert, 2014.....	20
<b>Figura 5.</b> Pressão litostática. Adaptado de Marshak, 2001.....	21
<b>Figura 6.</b> Tensão diferencial. A - tensão compressiva; B - tensão distensiva; C - tensão cisalhante. Adaptado de Marshak, 2001.....	21
<b>Figura 7.</b> Dobramento (Costa Vicentina).....	22
<b>Figura 8.</b> Vale de rifte do Rio Jordão. Retirado de <a href="http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/rift-valley/?ar_a=1">http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/rift-valley/?ar_a=1</a> .....	22
<b>Figura 9.</b> Falha de Santo André (EUA). Retirado de <a href="http://www.elmundo.es/elmundo/2006/06/21/ciencia/1150904782.html">http://www.elmundo.es/elmundo/2006/06/21/ciencia/1150904782.html</a> .....	24
<b>Figura 10.</b> Classificação morfológica (A) e estratigráfica (B) de um dobramento. Adaptado de Silva et al., 2010.....	25
<b>Figura 11.</b> Falha inversa. Retirado de Campos & Dias, 2014.....	26
<b>Figura 12.</b> Falha normal. Retirado de Campos & Dias, 2014.....	26
<b>Figura 13.</b> Sequência de falhas normais (Horst) e (Graben). A - Adaptado de Silva et al., 2010; B – Adaptado de <a href="http://www.efn.uncor.edu/departamentos/GeoBas/materias/geologiatectonica/">http://www.efn.uncor.edu/departamentos/GeoBas/materias/geologiatectonica/</a> .....	27
<b>Figura 14.</b> Falha de desligamento (desligamento esquerdo). Retirado de Campos & Dias, 2014.....	27
<b>Figura 15.</b> A - Caixa de deformação; B – simulação de formação de falhas inversas (após compressão).....	35
<b>Figura 16.</b> Modelos em plasticina.....	36
<b>Figura 17.</b> Questionário A – Classificação da actividade 2 quanto ao grau de satisfação dos alunos.....	75
<b>Figura 18.</b> Questionário A – Autoavaliação referente à actividade 2.....	76
<b>Figura 19.</b> Questionário A – Heteroavaliação referente à actividade 2.....	77

<b>Figura 20.</b> Questionário B – Classificação da actividade 3 quanto ao grau de satisfação dos alunos.....	77
<b>Figura 21.</b> Questionário B – Autoavaliação referente à actividade 3.....	79
<b>Figura 22.</b> Questionário B – Heteroavaliação referente à actividade 3.....	79
<b>Figura 23.</b> Questionário C – Classificação da actividade 4 quanto ao grau de satisfação dos alunos.....	80
<b>Figura 24.</b> Questionário C – Autoavaliação referente à actividade 4.....	82
<b>Figura 25.</b> Questionário C – Heteroavaliação referente à actividade 4.....	82
<b>Figura 26.</b> Questionário D – Classificação da actividade 5 quanto ao grau de satisfação dos alunos.....	83
<b>Figura 27.</b> Questionário D – Autoavaliação referente à actividade 5.....	84
<b>Figura 28.</b> Questionário D – Heteroavaliação referente à actividade 5.....	85



## RESUMO

Este trabalho investigativo decorreu no âmbito da prática de ensino supervisionada do Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia, no 3º ciclo do ensino básico e secundário. O seu principal objectivo foi o de avaliar o contributo das actividades investigativas (IBSE) na aprendizagem de conhecimentos relacionados com a temática “Ocorrência de Dobras e Falhas”, que está incluída num tema organizador mais abrangente “Terra em Transformação”, cuja aprendizagem pretende dar aos alunos uma visão mais ampla da Geologia e da sua importância como suporte aos outros sistemas terrestres e na previsão de situações ambientais. A sequência didáctica proposta pretendeu dar resposta à questão “De que forma as actividades práticas de cariz investigativo contribuem para a construção de conhecimentos e para o desenvolvimento de competências em alunos do 7º ano de escolaridade, na disciplina de Ciências Naturais?”. Assim, as actividades propostas visaram a formulação e resposta a uma questão problema, e foram concebidas tendo em consideração o cumprimento das metas curriculares em vigor e algumas necessidades específicas dos alunos intervenientes. Esta estratégia de ensino-aprendizagem teve como objectivo conhecer as dificuldades dos alunos, o seu grau de motivação e o desenvolvimento do leque de competências preconizadas nas Orientações Curriculares. Ao longo da intervenção foram avaliadas as competências de conhecimento substantivo e processual, e de comunicação. Para tal os alunos preencheram quatro questionários, elaboraram um relatório em V de Gowin e executaram um teste de avaliação sumativa. As actividades que mais motivaram e envolveram os alunos foram as que utilizaram modelos análogos (caixa de deformação e plasticina) e materiais diversos (gomas, giz e elástico), tendo sido esta última a que mais gerou aprendizagens significativas. Nem sempre as actividades em si e o trabalho cooperativo, em particular, se revelaram eficazes, pois estes alunos carecem de capacidades de comunicação oral e escrita.

**Palavras-chave:** actividades investigativas, actividades práticas, ensino, ciências naturais, geologia, dobras, falhas, deformações, tensões distensivas, tensões compressivas, tensões cisalhantes.

## ABSTRACT

This investigation took place in the scope of a supervised teaching practice study to achieve a master degree in teaching of Biology and Geology. Its main objective was to evaluate inquiry based science education contribution to learning about the “Formation of Folds and Faults”. This theme is included in a major one “Transforming Earth” which learning’s intend to give students an overview of Geology and its importance as a support to other earth systems and predicting environmental situations. The following didactic plan intended to answer the question “How do inquiry based science education contributes to knowledge and skills development in 7<sup>th</sup> grade students in science classes?”. Therefore proposed activities expected students to pose and answer a problem, and were conceived in order to accomplish actual Portuguese curricular outcomes and some specific student needs. This teaching and learning strategy main objectives were to understand student’s difficulties, their motivation levels and to develop the competency requirements of the “Orientações Curriculares”. Along the course of the intervention, assessment was focused in the achievement of knowledge, technical and communication skills. Students filled four surveys, elaborated a V diagram and have done a summative evaluation test. Activities that most engaged students were the ones that used analogous models (deformation box and molding dough) and several materials (jelly gum, chalk and elastic), the latter was the one that generated most significant learning. Due to the students lack of oral and writing communication skills, proposed activities and cooperative work not always have been effective.

**Key words:** inquiry based science education, practical activities, natural sciences, geology, folds, faults, deformation, tension, compression, shear stress.

# **1 INTRODUÇÃO**

O estudo investigativo aqui relatado foi levado a cabo com alunos do 7º ano de escolaridade, na disciplina de Ciências Naturais, no âmbito da iniciação à prática profissional docente. Este decorreu em contexto de sala de aula e incidiu na temática “Ocorrência de Dobras e Falhas”.

Neste primeiro capítulo apresenta-se uma contextualização do estudo, as questões que serviram de orientação a toda a investigação e por fim a forma como se organiza o relatório.

## **1.1 Contextualização do Estudo**

A massificação do ensino em Portugal, no final dos anos 50 do século XX, e mais tarde, a grande reforma do ensino impulsionada por Veiga Simão, nos anos 70, permitiu alterar profundamente o Sistema Educativo Português (Sebastião & Correia, 2007). Porém, desde então, a sociedade sofreu grandes transformações, nem sempre acompanhadas por uma mudança adequada do ensino. Actualmente, a globalização e o fácil e rápido acesso à informação e à tecnologia, tornou os alunos do século XXI pessoas com necessidades e interesses diferentes dos alunos do século XX. Com o intuito de fazer face a estas necessidades, desde finais do século XX que as convicções políticas e educativas, nacionais e internacionais, apontam para a urgência de os cidadãos serem literatos em tecnociência, de modo a poderem exercer a sua cidadania de uma forma democrática e consciente, permitindo-lhes tomar decisões, documentadas e responsáveis, com base nos seus conhecimentos. Segundo a UNESCO (UNESCO), ser literato em ciência confere ao cidadão instrumentos que lhes dá o poder e a capacidade de melhorar a saúde, o seu rendimento e as suas relações no mundo. Sendo, por outro lado, a iliteracia um obstáculo a uma melhor qualidade de vida, podendo ser a origem da exclusão e da violência. No Fórum de Educação Mundial organizado pela UNESCO em Maio de 2015, foi determinado que a educação e a literacia também contribuem para que seja possível atingir os objectivos do desenvolvimento sustentável (UNESCOPress, 21/5/2015). Para tal, Susan Hopgood (UNESCOPress, 21/5/2015) referiu que é fundamental que os sistemas educativos fomentem uma cultura aberta e colaborativa.

Esta necessidade de que os cidadãos sejam literatos surgiu também aliada ao ensino das Ciências da Terra. Nos Estados Unidos da América (EUA) a National Science Foundation (NSF, 2009) preconizou uma série de princípios que devem ser tidos em consideração no ensino das ciências, em particular no que diz respeito às Ciências da Terra. Esses princípios foram apoiados por uma comissão composta por membros dos vários institutos espanhóis de geologia, e apresentados num documento que invoca os objectivos que deve alcançar uma pessoa literata em Ciências da Terra (Pedrinaci et al., 2013), a saber:

- Ter uma visão global de como funciona a Terra e saber utilizar esse conhecimento básico para explicar, por exemplo, a distribuição de vulcões e terremotos, ou as características gerais do relevo, ou para entender algumas das causas que podem gerar alterações globais no planeta.
- Adquirir uma perspectiva temporal sobre as grandes mudanças que afectaram o nosso planeta no passado, bem como aos organismos que o habitaram, de forma a proporcionar uma melhor compreensão do presente.
- Entender algumas das principais interacções entre a humanidade e o planeta, as características naturais que o podem afectar, a sua dependência na obtenção de recursos ou a necessidade de os utilizar de forma sustentável.
- Ser capaz de procurar e seleccionar informação relevante sobre alguns dos processos que afectam a Terra, formular perguntas pertinentes sobre eles, valorizar se determinadas evidências apoiam ou não uma conclusão, etc.
- Saber utilizar os princípios geológicos básicos e os procedimentos mais elementares e comuns da geologia, e valorizar a sua importância para a construção do conhecimento científico sobre a Terra.

Actualmente, em Portugal, com as novas metas curriculares em vigor, estão preconizados, para o ensino das ciências no 3º Ciclo do Ensino Básico, “conteúdos fundamentais que devem ser ensinados e a ordenação sequencial ou hierárquica dos mesmos, os conhecimentos e as capacidades a adquirir e a desenvolver pelos alunos e os padrões/níveis de desempenho que se esperam” (Morgado & Bonito, 2013, p. 1324). Segundo análise destes autores existe uma concordância quase total entre estas metas e o documento “Alfabetización en Ciencias de la Tierra” (Pedricaci et al., 2013) e por conseguinte também entre os princípios propostos pela NSF (2009). Além das Metas Curriculares actualmente em vigor para o ensino das Ciências Naturais (Bonito et al., 2013), o professor dispõe de outros dois documentos, Orientações Curriculares para o Ensino Básico das Ciências Físicas e Naturais (Galvão et al., 2001) e Currículo Nacional do Ensino Básico -

Competências Essenciais (Ministério da Educação – DEB, 2001), este último deve ser usado com alguma precaução uma vez que foi revogado pelo Despacho nº 17169/2011. Estes documentos identificam como essencial, na aprendizagem das ciências, o desenvolvimento de competências várias, ao nível dos conhecimentos (substantivo, processual e epistemológico), do raciocínio, da comunicação e das atitudes, e sugere que esta se desenvolva em ambientes diversos, e sempre com o envolvimento do aluno no processo de ensino-aprendizagem. A Unidade Didáctica abordada na intervenção lectiva aqui descrita enquadra-se no Tema “Terra em Transformação”, no âmbito do qual está contemplado o desenvolvimento das seguintes competências específicas:

- Reconhecimento de que na Terra ocorrem transformações de materiais por acção física, química, biológica e geológica, indispensáveis para a manutenção da vida na Terra.
- Classificação dos materiais existentes na Terra, utilizando critérios diversificados.
- Compreensão de que, apesar da diversidade de materiais e de seres vivos existem unidades estruturais.
- Explicação de alguns fenómenos biológicos e geológicos, atendendo a processos físicos e químicos.
- Apresentação de explicações científicas que vão para além dos dados, não emergindo simplesmente a partir deles, mas envolvem pensamento criativo.
- Identificação de modelos subjacentes a explicações científicas. (Ministério da Educação – DEB, 2001, p. 139).

A implementação de estratégias de ensino-aprendizagem adequadas, e que visem o cumprimento das metas curriculares tendo como objectivo o desenvolvimento das competências preconizadas pelos documentos orientadores, está nas mãos do professor. Este deverá fazê-lo à luz das necessidades da sociedade actual apresentando problemáticas locais e globais e utilizando métodos de ensino activos, em que o aluno é protagonista das suas aprendizagens. Dentro destes parâmetros enquadram-se as actividades práticas implementadas durante a intervenção lectiva descrita neste relatório de prática supervisionada.

## **1.2 Questões Orientadoras da Investigação**

Tendo por base todas as orientações supra descritas surge um objectivo pertinente e que serviu de mote para este relatório da prática supervisionada: “Avaliar o contributo das actividades investigativas (Inquiry Based Science Education - IBSE) na aprendizagem de conhecimentos relacionados com a temática - Ocorrência de Dobras e Falhas, em alunos do 7º ano de escolaridade”. Assim, este estudo pretende dar resposta a uma questão problema: “De que forma as actividades práticas de cariz investigativo contribuem para a construção de conhecimentos e para o desenvolvimento de competências em alunos do 7º ano de escolaridade, na disciplina de Ciências Naturais?”. Neste âmbito surgem três questões orientadoras e que serão respondidas através da análise dos dados recolhidos durante a intervenção lectiva:

- “De que forma poderão as actividades práticas de cariz investigativo envolver e motivar os alunos nas suas aprendizagens?”,
- “De que forma as actividades de cariz investigativo contribuem para os alunos desenvolverem competências ao nível dos conhecimentos, substantivo e processual, e da comunicação?”.
- “Que dificuldades apresentam os alunos ao desenvolverem actividades investigativas?”.

## **1.3 Organização do Relatório**

O presente relatório encontra-se dividido em sete capítulos, e apresenta uma última secção com os apêndices. O primeiro capítulo – Introdução, apresenta uma contextualização do estudo, o problema e as questões de investigação.

O segundo capítulo – Enquadramento Teórico, apresenta uma revisão da literatura em relação às teorias de ensino-aprendizagem e o estado da arte do ensino das ciências; refere-se ainda às actividades investigativas e a sua importância no ensino das ciências, bem como ao processo avaliativo que lhe é inerente.

No terceiro capítulo – Proposta Didáctica: Ocorrência de Dobras e Falhas, faz-se um enquadramento de carácter científico desta temática e apresenta-se um

enquadramento didáctico, com uma contextualização da temática no currículo, a forma como se organizou a intervenção lectiva e uma análise detalhada das actividades propostas. Por fim faz-se uma descrição sumária das aulas e apresenta-se uma reflexão sobre as mesmas.

O quarto capítulo – Métodos e Procedimentos, divide-se em duas partes, na primeira apresenta-se uma contextualização da escola onde decorreu a intervenção e faz-se uma breve caracterização dos participantes. Na segunda apresentam-se os métodos e instrumentos de recolha de dados que permitiram responder às questões de investigação.

No quinto capítulo – Apresentação e Análise de Resultados, apresentam-se os dados recolhidos ao longo da intervenção e faz-se a sua análise e discussão, respondendo às questões orientadoras do estudo.

No sexto capítulo – Considerações Finais, está dividido em quatro pontos. No primeiro apresentam-se as conclusões do estudo, no segundo faz-se uma reflexão pessoal de toda a investigação e prática lectiva, no terceiro ponto apresentam-se algumas limitações a este estudo e, por fim no quarto ponto referem-se algumas propostas para estudos futuros.

O sétimo capítulo diz respeito às Referências Bibliográficas citadas ao longo de todo o documento, e que serviram de base a toda a fundamentação do estudo.

Dos Apêndices constam todos os planos de aula, as apresentações de diapositivos em PowerPoint, as fichas de trabalho realizadas pelos alunos, a ficha do relatório em V de Gowin entregue aos alunos e uma proposta de preenchimento, os questionários, o teste de avaliação sumativa, a sua correcção, bem como os critérios de avaliação utilizados e a grelha de avaliação respectiva.

## **2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

### **2.1 Teorias de Ensino-Aprendizagem**

A preocupação em perceber a forma como o ser humano aprende e constrói o conhecimento remonta à Antiguidade Clássica, e teve início com os grandes filósofos gregos Sócrates, Platão e Aristóteles (Collins, 2002). Desde então, e até aos dias de hoje, tem havido uma evolução das teorias da aprendizagem, a par com a evolução das ciências e da filosofia.

As primeiras teorias behavioristas da aprendizagem que surgiram (séculos XIX e XX), desenvolveram-se baseando-se no pressuposto de que o aprendiz é um sujeito passivo, acrítico e reproduzidor de informação e de tarefas (Vasconcelos, Praia & Almeida, 2003) e, por conseguinte, os pioneiros desta corrente recorreram à utilização de estímulos para estudar as reacções dos alunos (Tavares, Pereira, Gomes, Monteiro & Gomes, 2007). À luz destas teorias o professor é visto como um mero transmissor de informação e de conhecimento (Tavares et al., 2007), que utiliza exercícios de repetição, não dando azo a grandes explicações ou questões, e utiliza recompensas (reforço positivo), não recompensas ou punições (reforço negativo) para modelar comportamentos (Tavares & Alarcão, 2002, citado em Tavares et al., 2007).

Mais tarde, em meados do século XX, com Jean Piaget, Lev Vygotsky, Jerome Bruner e David Ausubel, surgiram as teorias construtivistas com modelos de ensino baseados no aluno, e que se baseiam no pressuposto de que estes constroem os seus conhecimentos ancorando a nova informação às suas estruturas cognitivas, i.e., aos seus conhecimentos prévios (Woolfolk & McCure, 1986; Seifert & Sutton, 2011). As teorias do desenvolvimento infantil propostas por Piaget vieram alterar a forma como se encarava a obtenção do conhecimento (Meece, 2002), uma vez que este pedagogo defendeu que as crianças procuram o conhecimento de uma forma activa e individual, através da interacção com o ambiente que as rodeia, e que este é um processo que evolui ao longo do tempo (Meece, 2002; Seifert & Sutton, 2011). Na sequência das teorias de Piaget surge a teoria de Bruner, com o conceito de Aprendizagem Por Descoberta (APD), que considera que os novos conhecimentos são construídos tendo por base os conhecimentos prévios do aluno,



e que os alunos assumem um papel preponderante no processo ensino-aprendizagem, ao lhes ser permitido que construam o seu conhecimento através da exploração e descoberta do ambiente que os rodeia (Vasconcelos et al., 2003). Com os trabalhos de Bruner surge o conceito “*instructional scaffold*”, que tem como pressuposto de que, caso sejam dadas a orientação e os recursos adequados, os alunos aprendem mais e tornam-se mais competentes (Seifert & Sutton, 2011). A teoria de Vygotsky assenta no pressuposto de que os padrões de pensamento dos indivíduos são produto de factores sociais e culturais, e que o desenvolvimento das crianças acontece, e é potenciado, à medida que estas interagem com alguém mais competente, sabedor ou experiente, na chamada zona de desenvolvimento proximal (ZDP) (Meece, 2002; Seifert & Sutton, 2011). Esta é representada como a distância entre as capacidades reais, do que as crianças conseguem fazer por si mesmas, e as capacidades potenciais, ou seja o que conseguem fazer com assistência de outros. Deste modo, Vygotsky propõe também uma aprendizagem por *scaffolding*, na qual o professor, em sala de aula, proporciona o desenvolvimento de trabalho cooperativo entre um aluno e um par mais competente. De modo a tornar significativas as novas aprendizagens, Ausubel propõe, por um lado, que o aluno deve estar predisposto a aprender (motivação), e por outro, que o professor utilize “organizadores prévios”, que ajudem os alunos a lembrarem-se de algo que aprenderam anteriormente, em mnemónicas e/ou esquemas e imagens (Woolfolk & McCure, 1986; Praia, 2000).

O construtivismo na sua dimensão social apresenta-se como uma nova corrente, o socioconstrutivismo (Seifert & Sutton, 2011). Este está na base dos modelos de ensino actuais, em que o aluno é a figura central, e o professor assume um papel de orientador das aprendizagens e de gestor do currículo, criando estratégias de ensino-aprendizagem adequadas a cada contexto e que contribuam para a motivação e para o desenvolvimento pessoal dos alunos (tanto a nível cognitivo como social) (Freire, 1994; Ponte, 2005; Roldão, 2010).

## **2.2 A Educação em Ciências na Actualidade**

Educar em ciências é dar ênfase tanto à Ciência, como à Tecnologia, à Sociedade e ao Ambiente (CTSA), bem como às interacções entre elas, tendo em consideração as normas, valores e interesses da tecnociência, bem como as suas

dimensões económica, política e social (Ziman, 1980; Ziman, 2001, Hodson, 2003; Cachapuz, Praia & Jorge, 2004). Esta perspectiva de ensino pretende cumprir com o princípio de que os cidadãos devem ser literatos em ciências, para poderem fazer face às exigências da sociedade actual, que tem de acompanhar as grandes e rápidas mudanças que ocorrem no mundo. Assim, e partindo do pressuposto que o conhecimento científico é universal, coerente, objectivo, sabendo porém, que por vezes é incerto, contencioso e incapaz de providenciar respostas claras e não ambíguas a muitas questões importantes (Hodson, 2003), e que por outro lado “adquirir conhecimentos científicos não leva necessariamente à compreensão de como a ciência funciona” (Cachapuz et al., 2004, p. 370), deve ter-se em consideração a forma como se operacionaliza o ensino e os alunos aprendem (Ziman, 2001). Como tal, Hodson (1998) considera que o aluno deverá aprender ciência (adquirir e desenvolver conceitos), aprender sobre ciência (compreender a natureza, a história e evolução da ciência) e fazer ciência (desenvolver competências de resolução de problemas). Esta visão multidimensional requer que seja construído um currículo que permita a implementação de melhores métodos de ensino-aprendizagem (Hodson, 2003).

Actualmente, o ensino das ciências tem por base “o saber em uso”, que se traduz no desenvolvimento de competências num vasto conjunto de domínios, ao nível do raciocínio, dos saberes/conhecimentos, da comunicação e das atitudes (Galvão et al., 2001; Roldão, 2009). Com base nesta orientação, dada em Portugal pelas Orientações Curriculares (Galvão et al., 2001) e internacionalmente por entidades como a NRC (1996), surge a necessidade de o professor adoptar uma estratégia de ensino que permita e potencie a aprendizagem de conhecimentos científicos. O que deverá acontecer através da criação de oportunidades e dando tempo, para que os alunos possam construir uma compreensão do mundo (Bybee, 2002; Hodson, 2003), e desenvolver as competências que lhes são exigidas pela sociedade do século XXI. Para tal, o ensino das ciências deve basear-se em actividades investigativas e de aprendizagem activa (Inquiry Based Science Education - IBSE) cujas estratégias impliquem actividades “hands on” e “minds on”, nas quais os alunos sejam confrontados com situações de resolução de problemas, com observação de fenómenos, formulação de questões, explicações para evidências através de discussão entre os pares e na comunicação com o resto da turma/grupo ou comunidade, de modo a que haja espaço para o desenvolvimento

do pensamento crítico. Neste desenrolar das actividades os alunos têm de usar os seus conhecimentos científicos e as suas competências de raciocínio e comunicação para encontrar soluções, o que irá permitir uma mais profunda compreensão da ciência (NRC, 1996; Hodson, 2003). Estas estratégias devem ser o mais diversificadas possível, para que todos tenham oportunidades idênticas (Ponte, 2005) e se mantenham interessados e empenhados, e devem ser levadas a cabo com ajuda dos pares em trabalho cooperativo, porque, “o mundo real raramente coloca as pessoas em situações de isolamento e lhes pede para encontrar soluções sem consultar os outros” (Baird, 1995, p. 5) e porque, não só aumenta/melhora o grau de compreensão dos alunos, como também as suas competências sociais (Mehta & Kulshrestha, 2014) e de comunicação.

## **2.3 As Actividades Investigativas no Ensino das Ciências**

As actividades investigativas são estratégias de ensino-aprendizagem, ou seja, um conjunto de acções, do professor e/ou do aluno que permite o desenvolvimento de determinadas competências, através de algo que os alunos fazem/executam, tornando-se por isso um processo de aprendizagem activa (Andersen, 2002; Vieira & Vieira, 2005). A sua aplicação pretende colmatar a lacuna existente no ensino, no que respeita às estratégias usadas ainda em muitas sala de aula, baseadas na transmissão de conhecimentos, na definição de leis e de conceitos. No entanto, as estratégias utilizadas pelo professor devem ser diversificadas, e concebidas tendo em consideração os objectivos de aprendizagem e o desenvolvimento de competências específicas. Estas devem ser desenvolvidas a par com as especificidades dos diferentes contextos de sala de aula (NRC, 1996; Levy, Lamer, McKinney & Ford, 2011), tal como preconizado nas Orientações Curriculares (Galvão et al., 2001).

As actividades investigativas baseiam-se na resolução de problemas (Bolacha, Moita de Deus & Fonseca, 2010; Leite & Dourado, 2013). Envolvem a formulação de uma questão de investigação, o levantamento de hipóteses de resposta, a investigação em si, a resposta à questão e a discussão dos resultados (NRC, 1996, Bolacha et al., 2010). Assim, consideram-se que apresentam um carácter multifacetado pois permitem o envolvimento do aluno em observações, no levantamento de questões, em pesquisas de informação com recolha, análise e

interpretação de dados, no planeamento de investigações, propondo explicações e previsões, e na comunicação de resultados (NRC, 1996; Levy et al., 2011). Estas, podem ser centradas no aluno ou no professor, podem ser concretizadas com recurso a papel e lápis, ou recorrendo à observação/manipulação de materiais, em situação de sala de aula, no campo ou em laboratório, caso haja necessidade de equipamento específico, e podem ainda, ter um carácter experimental se forem manipuladas diferentes variáveis (Ferreira & Morais, 2013; Leite & Dourado, 2013). Ao longo do tempo, à medida que os alunos vão sendo colocados perante situações com um crescente grau de complexidade vão, gradualmente, desenvolvendo as suas capacidades investigativas a par com o pensamento crítico, deste modo as actividades devem ser cuidadosamente planeadas, para que os alunos desenvolvam a capacidade de conduzir investigações cada vez mais complexas e de uma forma mais independente, tendo por base a realidade natural (NRC, 1996; Bolacha, Moita de Deus & Fonseca, 2010; Levy et al., 2011).

Esta abordagem ao ensino das ciências foi reconhecida por Leite & Dourado (2013) como sendo promissora para a aprendizagem das ciências, em particular no domínio dos conhecimentos substantivo e processual. Mas, não são só nestes domínios em que os alunos desenvolvem competências com este tipo de actividades. O facto de habitualmente serem realizadas tarefas em grupo permite desenvolver competências atitudinais e sociais, a discussão sobre os dados e resultados, e a sua apresentação ao grupo proporcionam o desenvolvimento de competências ao nível da comunicação, raciocínio e pensamento científico (Levy et al., 2011). Nestes moldes, esta estratégia enquadra-se na perspectiva socioconstrutivista de Vygotsky, na qual os alunos trabalham com o par mais competente, por *scaffolding*. Também o facto de os alunos confrontarem as suas hipóteses ou previsões iniciais com os resultados finais, possibilita o desenvolvimento das suas capacidades de reflexão bem como a sua metacognição (White, Shimoda & Frederikson, 1999; Bolacha et al., 2010).

Tendo em consideração que durante as actividades investigativas o aluno está envolvido de uma forma activa, e que por isso ocorre a mobilização de capacidades de processos científicos e de conhecimentos científicos, estas podem ser englobadas no conceito de trabalho prático (TP) (Ferreira & Morais, 2013). Uma vez que se tem vindo a revelar como uma importante estratégia de ensino-aprendizagem (Abrahams & Millar, 2008; Ferreira & Morais, 2013), o TP tem vindo

a ser contemplado nos currículos das disciplinas de ciências naturais, nas práticas pedagógicas e na avaliação das aprendizagens, tanto em Portugal, preconizado nas Orientações Curriculares e nas Metas Curriculares (Galvão et al., 2001; Bonito et al., 2013), como internacionalmente, por exemplo nos EUA está preconizado no “National Science Education Standards” (NRC, 1996).

A motivação e envolvimento dos alunos nas aulas de ciências são elementos muito importantes que condicionam as suas aprendizagens e a sua atitude perante a Ciência, tanto em sala de aula como ao longo da vida (Palmer, 2009; Cavas, 2011), em particular, ao nível do ensino básico. O grau de motivação dos alunos em relação à aprendizagem das ciências depende de fatores intrínsecos, e fatores extrínsecos ao aluno, e, por isso, na sua maioria, são difíceis de controlar por parte do professor, tornando-se este um desafio muito grande que os professores de ciências têm de enfrentar. Tanto o trabalho prático no geral, como as actividades investigativas, em particular, são geradoras de motivação e envolvimento dos alunos na aprendizagem das ciências e contribuem para a literacia científica dos jovens (Tuan, Chin, Tsai & Cheng, 2005; Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007; Bayram, Oskay, Erdem, Özgür & Şen, 2013).

Apesar do desenvolvimento de actividades investigativas ser potenciador do envolvimento e motivação dos alunos (Levy et al., 2011), nem sempre os estudos efectuados têm conseguido provar que existe uma relação entre este envolvimento e motivação e uma melhor aquisição de conhecimentos (Abrahams & Millar, 2008; Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007), e por conseguinte esta deverá ser uma questão de investigação pertinente e que há necessidade de ver respondida, de modo a que os professores possam orientar as suas práticas no sentido de obter uma maior eficácia do processo de ensino-aprendizagem.

## **2.4 A Avaliação e as Actividades Investigativas**

Em meados do séc. XX, foram definidos novos critérios para colmatar as falhas que existiam no processo avaliativo, e passou a ter-se em conta se o aluno atingia ou não os objectivos pré-determinados, tendo-se tornado a “medida” um dos instrumentos ao serviço da avaliação (Fernandes, 2004; Pinto & Santos, 2006). Na segunda metade do séc. XX surge a distinção entre os conceitos de avaliação sumativa (associada à certificação final) e avaliação formativa (associada à

regulação dos processos de ensino-aprendizagem) na qual se procura adaptar o ensino ao aluno iniciando uma lógica de diferenciação dos indivíduos (Fernandes, 2004; Pinto & Santos, 2006).

No séc. XXI os currículos têm sido elaborados considerando a avaliação como uma interacção social complexa, cuja principal forma de avaliação é a avaliação formativa (Santos et al., 2010). Segundo estes autores os estudos indicam que esta forma de avaliação leva a que o professor melhore o seu ensino potenciando a aprendizagem dos alunos. Nesta perspectiva integra-se a avaliação reguladora, referida por Domingos Fernandes (2004) na qual o ensino (as metodologias e estratégias), a aprendizagem e a avaliação estão interligados através do *feedback*; que se torna chave, transformando todo o processo num ciclo (Oliva, 2005). Assim, preconiza-se que é através de um *feedback* construtivo que é permitido ao aluno aprender com os erros, uma vez que este o irá ajudar a compreender o que errou, e a orientá-lo para que possa refazer o seu trabalho, à medida dos objectivos propostos (Fernandes, 2004; Santos et al., 2010). Deste modo, ao retribuir um comentário aos trabalhos dos alunos:

consolida-se a função formativa da avaliação, contribui-se para que os alunos se tornem mais autónomos, mais responsáveis pelas suas aprendizagens, mais capazes de avaliarem e regularem o seu trabalho, o seu desempenho e as suas aprendizagens e mais ágeis na utilização das suas competências metacognitivas (Fernandes, 2004, p. 20)

Além de ser de extrema importância para o aluno e as suas aprendizagens, o *feedback* também o é para a prática do professor, na medida em que lhe permite ir identificando dificuldades que surjam e reorientando as estratégias de modo a que estas possam ir ao encontro da consecução dos objectivos propostos (Gaspar & Roldão, 2007). Por isso o processo avaliativo, no geral, é fundamental para a melhoria da qualidade do ensino, uma vez que permite ir reajustando e adequando, ao longo do tempo as práticas e estratégias (Gaspar & Roldão, 2007; Boggino, 2009).

No caso das actividades investigativas, o objectivo de avaliação prende-se, não só com os conhecimentos adquiridos, mas também com os processos e as competências que os alunos utilizaram para as desenvolver. Deste modo o professor deverá criar avaliações, tanto de carácter sumativo como de carácter formativo, que se adequem aos objectivos de aprendizagem, às características de

cada actividade e às características dos alunos (Levy et al., 2011). Segundo os National Science Education Standards (NSES) e o Projecto Pathway são três os resultados que os alunos devem alcançar com as actividades investigativas, a saber: compreensão do assunto em causa, desenvolvimento de competências investigativas e o desenvolvimento de compreensão acerca da natureza das actividades investigativas (NRC, 2000; Levy et al., 2011). No âmbito das actividades investigativas são privilegiados os instrumentos de avaliação formativa, pois permitem ao professor conduzir os alunos nas suas aprendizagens, e também monitorizar o seu progresso em relação aos objectivos (Levy et al., 2011). Entre estes podem destacar-se alguns, como as discussões, a autoavaliação, a reflexão, *portfolios*, pré e pós questionários, sempre com a possibilidade de o professor fornecer *feedback*. Para obter evidências em relação à aquisição de conhecimentos com a função de quantificar as aprendizagens dos alunos não é suficiente uma avaliação formativa, de onde se terá de recorrer à utilização de instrumentos *standard*, como o teste (NRC, 2000).

### **3 PROPOSTA DIDÁCTICA: OCORRÊNCIA DE DOBRAS E FALHAS**

Este capítulo divide-se em quatro partes, na primeira parte apresenta-se o enquadramento científico do tema abordado durante a intervenção lectiva, e que serviu de base à investigação em causa; na segunda parte faz-se o enquadramento didáctico, das estratégias de ensino-aprendizagem implementadas contextualizando-as nas Metas Curriculares em vigor (Bonito, 2013) e nas Orientações Curriculares (Galvão et al., 2001). Neste ponto descreve-se a organização da temática, fundamentando e justificando as opções estratégicas adoptadas; na terceira parte é apresentada uma breve descrição da avaliação proposta e na quarta parte são descritas as aulas leccionadas.

#### **3.1 Fundamentação Científica**

Nesta primeira parte apresenta-se uma revisão bibliográfica dos conceitos científicos que se desenvolveram durante a intervenção da prática de ensino supervisionada, tendo por base autores de referência da área da Geologia.

### **3.1.1 Como se formam as montanhas?**

Até aos séculos XIX/XX os relevos eram associados à formação do planeta, à intervenção de uma força divina, ou ainda à acção de um calor proveniente do interior da Terra (Amador & Contenças, 2001). A partir desta época a formação das cadeias montanhosas começou a ser uma questão muito debatida por alguns naturalistas, como Élie Beaumont ou Charles Lyell, e que já apresentavam teorias mais elaboradas e fundamentadas (Amador & Contenças, 2001). Beaumont propôs que o levantamento das montanhas se devia à existência de “catástrofes”, tendo-se apoiado nos estudos de Alexander von Humboldt sobre a direcção e a idade das cadeias montanhosas, para descobrir jazidas minerais para fins económicos. Por seu lado, Lyell propôs que a elevação das cadeias montanhosas se devia a um lento levantamento de grandes blocos (Amador & Contenças, 2001). Contudo, chegou-se à conclusão de que não seria possível explicar a formação das cadeias montanhosas, nem outras estruturas geológicas, tendo como base apenas as forças verticais, pelo que esta ainda não era a explicação correcta. Outros geólogos americanos, como James Hall e James D. Dana consideraram que as montanhas eram formadas essencialmente por uma grande acumulação de sedimentos em bacias sedimentares, posteriormente deformadas por movimentos orogénicos. Com a apresentação desta teoria, além da formação das montanhas, explicavam também a formação de dobras e falhas nas rochas (Amador & Contenças, 2001). Um pouco mais tarde, em 1857 (The Editors of The Encyclopædia Britannica, 2015), Eduard Suess propôs a existência de forças horizontais ao nível da crosta, como a causa para a formação de cadeias montanhosas, através do seu dobramento e da ocorrência de falhas inversas. Com esta proposta, Suess tinha dado o primeiro passo para a Tectónica a nível global (Amador & Contenças, 2001), mas ainda faltava que a comunidade científica assim o aceitasse.

### **3.1.2 Será a Terra um planeta dinâmico?**

Foi em 1912, que Alfred Wegener propôs uma hipótese que seguia a linha de ideias de Suess, mas que veio contrapor a ideia aceite na época, de que a Terra é um planeta estático. Segundo Wegener, os continentes já tinham estado todos unidos no passado, formando um único continente, que designou por Pangeia. Este ter-se-à fragmentado nos continentes actuais, que se deslocaram até à posição que ocupam presentemente no planeta. Esta hipótese, que ficou conhecida como,



Hipótese da Deriva Continental, não era totalmente inovadora, uma vez que além de Suess, também Snider-Pellegrini já a tinha exposto (Amador & Contenções, 2001), porém, Wegener foi o primeiro a recolher as evidências que a apoiavam (Marshak, 2001). Os seus estudos basearam-se em argumentos de ordem (Marshak, 2001):

Morfológica – a forma dos continentes é complementar, tornando evidente que poderiam ter estado juntos no passado, num único continente, que designou de Pangeia (“todas as terras”). Wegener concluiu que o encaixe era demasiado bom para poder ser considerado uma coincidência.

Paleoclimática – a distribuição das glaciações do Paleozóico superior poderia ser facilmente explicada se os continentes tivessem estado unidos, mas não o conseguiria explicar se os continentes tivessem sempre tido a localização actual; por outro lado verificou que existia, na Pangeia, uma cintura equatorial de clima tropical e subtropical, tendo-se, para tal, baseado na distribuição de depósitos de carvão, recifes, evaporitos e dunas, presentes em estratos que datavam do Paleozóico superior. Actualmente, estes depósitos podem ser encontrados em locais distantes do globo, muitos deles a latitudes elevadas, onde, claramente, não se podiam ter formado.

Geológica – a distribuição de unidades geológicas similares, ocorre em continentes afastados entre si pelo oceano Atlântico (costa este da América do Sul e costa oeste de África). E, também as cinturas orogénicas dos Apalaches eram idênticas às encontradas no norte da Europa. Deste modo, tornou-se evidente a correspondência entre unidades geológicas de margens de continentes complementares.

Paleontológica – tendo em consideração todos os argumentos anteriores Wegener procurou fósseis que datassem do Paleozóico superior e do Mesozóico inferior. Acabou por encontrar fósseis de *Cynognathus* (réptil terrestre), *Glossopteris* (espécie de feto terrestre), *Mesossaurus* (réptil de água doce) e *Lystrossaurus* (réptil terrestre), todos eles em mais do que um continente. Ora, se nenhuma destas espécies tem capacidade para atravessar um oceano, então teria sido necessário que os continentes tivessem estado juntos aquando da sua existência.

Apesar de tudo, os argumentos de Wegener não foram suficientes para a sua hipótese ser aceite pela comunidade científica, pois não permitiam dar uma explicação válida para o “como” e o “porquê” do movimento dos continentes (Amador & Contenções, 2001; Marshak, 2001).

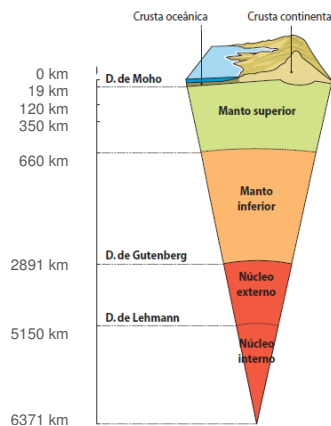
### **3.1.3 Qual é o motor que promove o mobilismo das placas litosféricas?**

Em 1928, Arthur Holmes, um geólogo britânico, propôs a existência de movimentos de convecção no interior da Terra, que transportavam rochas (a temperaturas elevadas) desde grandes profundidades até à superfície. Propôs ainda existência de uma descontinuidade entre os continentes, e que os movimentos de convecção poderiam estar a afastá-los (Amador & Contenções, 2001; Marshak, 2001). Esta hipótese, aliada a um conhecimento mais aprofundado dos fundos oceânicos, promovido pelo desenvolvimento tecnológico decorrente da II Guerra Mundial, nomeadamente, a sua morfologia, a idade das rochas que o constituem e o paleomagnetismo que apresentam, permitiram que em 1960, Harry Hess, formulasse uma nova teoria – Teoria da Expansão dos Fundos Oceânicos. De acordo com esta teoria, ocorre ascensão de magma, de natureza basáltica, na crista médio-oceânica, no rifte (Marshak, 2001). O magma, ao aproximar-se da superfície solidifica, adquirindo (os minerais que o constituem) uma orientação magnética idêntica à do momento em que o processo decorreu. Deste modo os fundos oceânicos crescem simetricamente para ambos os lados das zonas de rifte, sendo, posteriormente, destruídos nas margens continentais activas por subducção, permitindo a expansão dos fundos oceânicos (Amador & Contenções, 2001; Marshak, 2001).

Com a proposta desta teoria, nos anos 60 e 70 do século XX, a comunidade científica das geociências viu-se perante um novo paradigma da geologia - a Teoria da Tectónica de Placas, que preconizava que a camada superficial da Terra, a litosfera, é constituída por placas que se movem umas em relação às outras (Marshak, 2001; Turcotte & Schubert, 2014). Para chegar a esta conclusão a comunidade científica já possuía algum conhecimento sobre a densidade dos materiais que constituem o interior da Terra, resultante do estudo da velocidade das ondas sísmicas. Tendo em consideração que a densidade dos materiais depende da sua composição química e estrutura mineralógica, foi proposto um modelo -

modelo geoquímico, que dividiu o interior da Terra em 3 camadas principais (Marshak, 2001) (figura 1):

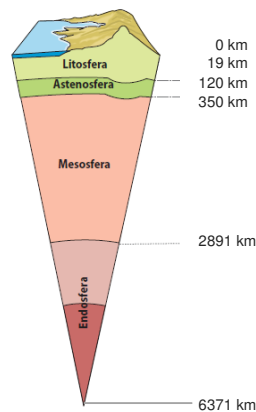
- Crosta - constituída por rochas pouco densas, como granito, basalto e gabro, e que compreende a camada mais superficial da Terra. Há dois tipos de crosta: continental, que constitui a base dos continentes (35 a 40 km de espessura) e oceânica que constitui a base dos oceanos (7 a 10 km de espessura);
- Manto – constituído por rochas ultramáficas (mais densas do que a crosta), como o peridotito, rico em ferro e magnésio, e que, à escala de tempo geológica, se comportam como um fluido viscoso. O manto é uma camada intermédia que se situa abaixo da crosta, desde aproximadamente os 100 km, até aos cerca de 2900 km de profundidade, pode ser dividido em manto superior e manto inferior, camadas estas que estão separadas por uma zona de transição de fase mineralógica;
- Núcleo – camada mais interna, constituída por rochas muito densas, ricas em ferro e níquel (2900-6371 km). Divide-se em núcleo externo e núcleo interno.



**Figura 1.** Modelo geoquímico do interior da Terra. Adaptado de Dias, Guimarães & Rocha, 2007.

Por outro lado, e num passado mais recente, final do século XX, novos estudos acerca da viscosidade dos materiais permitiram dividir o interior da Terra em camadas associando-as a comportamentos mecânicos distintos, ora rígido ora dúctil; por se tratarem das mais significantes para os processos geológicos testemunhados à superfície, descrevemos apenas as camadas mais superficiais (figura 2), em:

- Litosfera – camada superior rígida, entre a superfície e os 100-150 km, e que comporta a crosta e a parte superior do manto superior;
- Astenosfera – camada, entre os 100-150 km e os 350 km de profundidade, que suporta a litosfera e que se encontra no estado sólido à excepção dos 100 km mais superficiais, em que se encontra parcialmente fundida (Marshak, 2001).



**Figura 2.** Modelo Geofísico do interior da Terra. Adaptado de Dias et al., 2007.

Estes estudos permitiram concluir que a litosfera é uma camada menos densa e mais viscosa do que a astenosfera (Marshak, 2001). Este modelo do interior da Terra, baseado na rigidez dos materiais, veio a ser denominado por modelo geofísico.

### **3.1.4 Qual a explicação actualmente aceite para o movimento das placas litosféricas?**

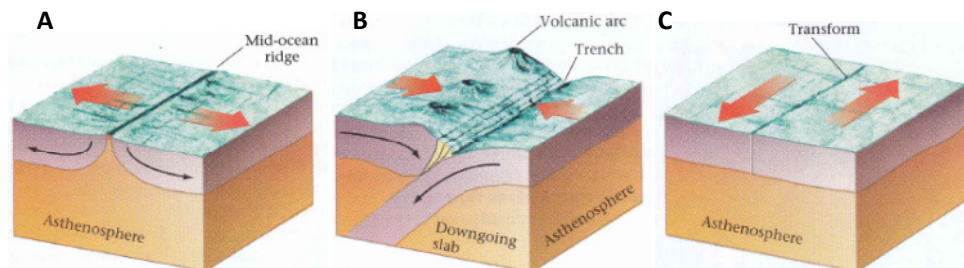
Este conhecimento, e a exponencial evolução tecnológica que ocorreu no final do século XX, tem permitido que a Teoria da Tectónica de Placas tenha vindo a evoluir de uma forma mais fundamentada, apesar de ainda haver muito por investigar no campo da geodinâmica.

A Teoria da Tectónica de Placas explica que a camada rígida, mais superficial do planeta, a litosfera, está dividida em cerca de 20 placas – placas litosféricas, que se movimentam umas em relação às outras sobre uma astenosfera mais densa e menos viscosa, e é nas zonas de limites entre as placas que têm origem a maioria dos sismos, erupções vulcânicas, formação de cadeias

montanhosas e consequentemente, a deformação das rochas (Marshak, 2001; Turcotte & Schubert, 2014). É o movimento relativo entre as placas litosféricas, que promove a constante mudança da posição e da morfologia dos continentes.

Existem três tipos distintos de limites entre placas (figura 3), e que foram classificados tendo por base o seu movimento relativo:

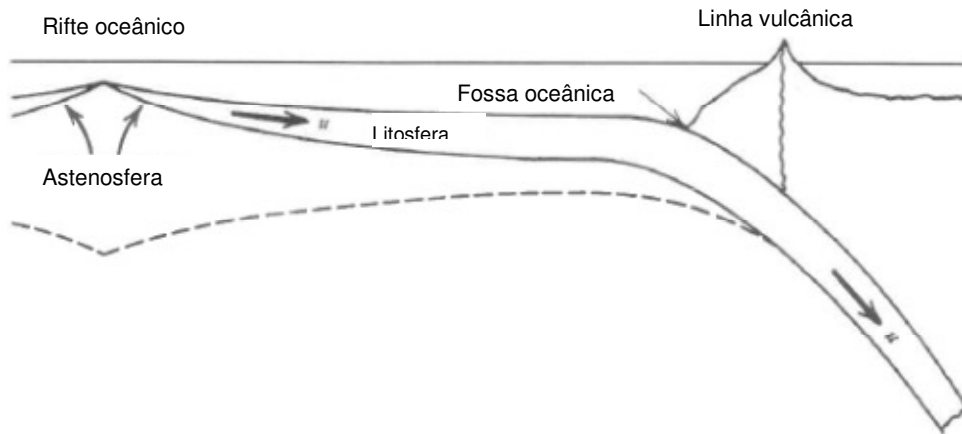
- Limites convergentes – nos quais as duas placas se aproximam, colidindo, levando à formação de cadeias montanhosas (colisão de duas placas continentais), à formação de cadeias montanhosas e subducção da placa oceânica (colisão de uma placa oceânica, com uma placa continental) e à formação de arcos vulcânicos e subducção da placa mais densa (colisão de duas placas oceânicas);
- Limites divergentes - nos quais duas placas se afastam numa zona designada por rifte. No rifte ocorre ascensão de magma, o qual solidifica formando nova crosta;
- Limites transformantes – nos quais duas placas, estão separadas por uma falha vertical, e deslizam uma em relação à outra.



**Figura 3.** A - Limite divergente; B - Limite convergente; C - Limite transformante. Adaptado de Marshak, 2001.

Sabe-se, actualmente, que as rochas da litosfera, à medida que se afastam do rifte, arrefecem, e por conseguinte a sua densidade aumenta, devido à contracção térmica, e vão ficando mais espessas (Turcotte & Schubert, 2014). Desta forma, ao afastar-se do rifte em direcção à zona de fossa, a litosfera vai-se tornando cada vez mais instável gravitacionalmente. As rochas basálticas que se formam na zona de rifte possuem baixa densidade e flutuam, mas à medida que a

sua densidade aumenta, com o aumento da idade e o afastamento ao rifte vão perdendo a flutuabilidade. Assim, quando a litosfera se torna mais densa que a astenosfera, dobra e afunda (subducta), uma vez que passou a possuir uma flutuabilidade negativa, e forma uma zona de fossa (Figura 4).



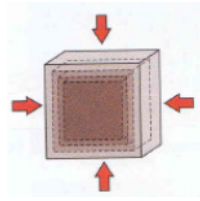
**Figura 4.** Subducção da placa litosférica. Adaptado de Turcotte & Schubert, 2014.

Para a litosfera afundar nas zonas de subducção estão a actuar forças horizontais com origem no *ridge push* (força horizontal provocada pelo alastramento das placas litosféricas a partir do rifte – deslizamento gravítico), e uma força vertical que impele a sucção, o *slab pull* (força vertical originada pela força gravítica e pelo arrastar da placa) (Stern, 2007; Turcotte & Schubert, 2014). Assim, e contrapondo a proposta de Holmes (em 1928), é o conjunto destas duas forças (*ridge push* e *slab pull*) que actua nas placas litosféricas, que induz as correntes de convecção do manto (Stern, 2007; Turcotte & Schubert, 2014). R. J. Stern (2007), refere ainda que existe uma outra força, *slab suction*, aliada ao *slab pull*, que ajuda ao afundamento da litosfera, e que resulta do arrastamento das rochas do manto que estão adjacentes.

### **3.1.5 Quais as consequências dos movimentos das placas litosféricas?**

Os movimentos das placas litosféricas são uma consequência das diferentes forças gravíticas que actuam na litosfera, como a pressão litostática e a tensão diferencial. A pressão litostática resulta da força exercida pelo peso das rochas

sobrejacentes, e uma vez que é exercida com a mesma intensidade em todas as direcções do espaço permite a redução homogénea do volume, densificando os materiais, mas não os distorcendo (figura 5) (Marshak, 2001).



**Figura 5.** Pressão litostática. Adaptado de Marshak, 2001.

A tensão é uma força gerada por unidade de área, transmitida através de um material por acção de um campo de forças atómicas (Turcotte & Schubert, 2014). Ao nível das rochas da litosfera, na horizontal, ocorrem variações na densidade e temperatura dos materiais, e por conseguinte é exercida força com intensidades diferentes na superfície das rochas – tensão diferencial.

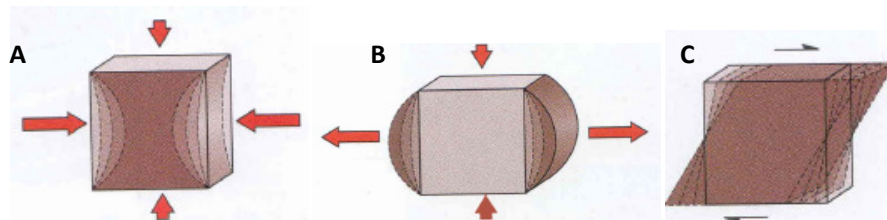
#### **3.1.5.1 Como se caracterizam as tensões diferenciais que deformam as rochas?**

Existem três formas de tensão diferencial responsáveis pela deformação das rochas (figura 6) (Marshak, 2001):

**Tensão distensiva** – é exercida perpendicularmente à superfície da rocha, e origina o seu alongamento. Ocorre, habitualmente, nos limites divergentes;

**Tensão compressiva** – é exercida perpendicularmente à superfície da rocha, origina a compressão da rocha, mantendo a sua massa, mas aumentando a densidade. Ocorre habitualmente nos limites convergentes de placas;

**Tensão cisalhante** – é exercida paralelamente, sobre o plano, originando deslize de uma superfície em relação à outra. Ocorre, habitualmente, nos limites transformantes de placas.



**Figura 6.** Tensão diferencial. A - tensão compressiva; B - tensão distensiva; C - tensão cisalhante. Adaptado de Marshak, 2001.

É esta tensão diferencial que é responsável pelos movimentos das placas litosféricas e pela deformação do material rochoso, de onde resulta uma transformação da topografia da paisagem por enrugamento, estiramento ou desligamento, originando cadeias montanhosas, bacias sedimentares ou deslocamento de terrenos, respectivamente (Turcotte & Schubert, 2014).

### **3.1.6 Quais as consequências dos movimentos das placas litosféricas ao nível dos limites convergentes?**

Nos limites convergentes ocorre colisão entre placas litosféricas, o que gera tensões compressivas. Considerando o tipo de placa litosférica envolvida, existem três tipos de limites convergentes, e nos quais ocorre colisão entre (Marshak, 2001):

- uma placa oceânica e uma placa continental – o que tem como consequência a subducção da placa oceânica (maior densidade) e o enrugamento e a elevação da litosfera continental (menor densidade), formando cadeias montanhosas. Estas são precedidas por uma massa de sedimentos resultantes da subducção, chamado de prisma acrecionário. Na região posterior ao prisma acrecionário, na litosfera continental, forma-se um arco vulcânico;
- duas placas continentais – decorre na sequência da colisão completa entre uma placa oceânica e uma continental. Tem como consequência o fecho de um oceano, o enrugamento da litosfera continental com formação de uma cadeia montanhosa de relevos acentuados;
- duas placas oceânicas – o que tem como consequência a subducção da placa mais densa, dando origem a uma fossa oceânica, e a formação de um arco vulcânico.

Toda esta geodinâmica gera tensões compressivas diferenciais, responsáveis pela ocorrência de sismos, pela formação de arcos vulcânicos e pelo desenvolvimento de paisagens características. Na litosfera oceânica, onde ocorre a subducção, formam-se zonas de fossa, e na litosfera continental é talhada uma



paisagem geológica caracterizada por montanhas de relevos acentuados, nas quais ocorrem dobramentos (figura 7) das rochas que as constituem e falhas inversas.



**Figura 7.** Dobramento (Costa Vicentina).

### **3.1.7 Quais as consequências dos movimentos das placas litosféricas ao nível dos limites divergentes?**

Nos limites divergentes há duas placas litosféricas que se afastam dando origem à abertura de um oceano. À medida que as duas placas divergem, na zona de limite entre placas (rifte), ascende magma que solidifica permitindo a construção de nova placa litosférica. Na zona adjacente ao rifte, na dorsal médio oceânica, a rocha basáltica é pouco densa, apresentando flutuabilidade elevada, por conseguinte, nesta região a litosfera apresenta um relevo acentuado, que irá ser cada vez mais reduzido à medida que se afasta do rifte (Marshak, 2001; Turcotte & Schubert, 2014).

Os movimentos divergentes da litosfera originam tensões distensivas ou extensivas que estiram as rochas (Marshak, 2001; Turcotte & Schubert, 2014). Estas, deformam-se produzindo um sistema de falhas normais (*horst* e *graben*), que se traduz, à superfície, por uma paisagem caracterizada por vales alongados e bacias de sedimentação, separados por blocos rochosos elevados (figura 8) (Marshak, 2001).



**Figura 8.** Vale de rifte do Rio Jordão. Retirado de [http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/rift-valley/?ar\\_a=1](http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/rift-valley/?ar_a=1).

### 3.1.8 Quais as consequências dos movimentos das placas litosféricas ao nível dos limites transformantes?

Os limites transformantes caracterizam-se pela existência de uma falha vertical ou aproximadamente vertical (90°, ou aproximado), denominada falha de desligamento. Este tipo de falhas tem origem nas tensões diferenciais que se geram dos diversos movimentos das placas litosféricas, tanto no que diz respeito aos sentidos como às suas velocidades de deslocação. Nestes limites as placas movem-se uma em relação à outra, habitualmente de forma brusca, devido à actuação de tensões de cisalhamento, das quais resultam abalos sísmicos de intensidade elevada e uma paisagem relativamente plana e caracterizada por deslocações de terrenos (figura 9).



**Figura 9.** Falha de Santo André (EUA). Retirado de <http://www.elmundo.es/elmundo/2006/06/21/ciencia/1150904782.html>

### 3.1.9 Como se comportam os materiais rochosos quando sujeitos a uma tensão?

As rochas da litosfera sofrem deformações como consequência das tensões que sobre elas atuam. Na Natureza os materiais exibem dois tipos de comportamento quando sujeitos a uma tensão: comportamento elástico, quando após a remoção da tensão o corpo volta ao seu estado inicial; comportamento plástico, quando após a remoção da tensão o corpo não retoma a sua forma inicial.

O comportamento plástico das rochas induz dois estados de deformação, que têm origem a diferentes profundidades, e que dependem da temperatura, da pressão, da taxa de deformação e da sua composição química (Marshak, 2001):

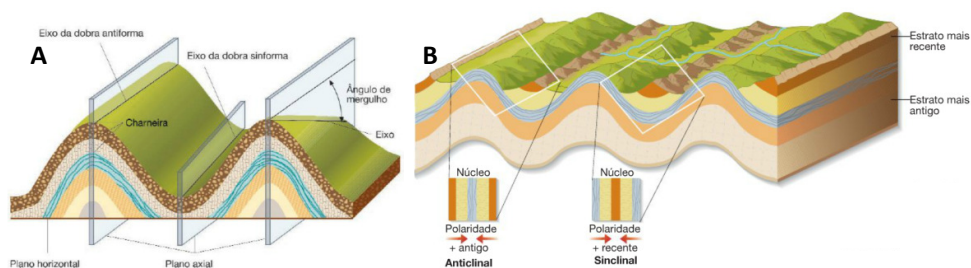
- **Deformação dúctil** – ocorre quando o material rochoso muda a sua forma sem fracturar, formando dobras. Neste caso a rocha fica sujeita a

uma deformação lenta, e a condições de pressão e temperatura elevadas (abaixo dos 10-15 km de profundidade, andar estrutural médio e inferior);

- **Deformação frágil** – ocorre quando o material rochoso atinge o seu limite de elasticidade e fractura, formando falhas. Neste caso a rocha fica sujeita a uma deformação rápida/repentina, a condições de pressão e temperatura baixas, ou a uma elevada pressão de fluidos (até aos 10-15 km de profundidade, andar estrutural superior).

### 3.1.10 Quais as deformações que ocorrem nas rochas quando sujeitas a uma tensão compressiva?

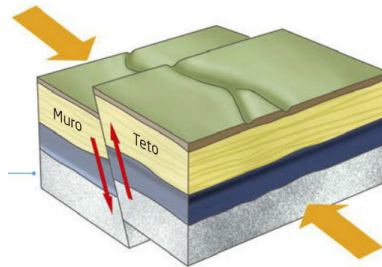
Ao serem sujeitas a tensões compressivas, pressão e temperatura elevadas, as rochas podem assumir um comportamento dúctil, adquirindo a capacidade de fluir sem fundir, comportando-se como um fluido à escala de tempo geológica, formando dobras. As dobras são, assim, deformações geológicas nas quais as camadas das rochas se apresentam arqueadas, ou onduladas. Estas, são classificadas com base na sua morfologia em: dobra antiforma (abertura virada para baixo) e dobra sinforma (abertura virada para cima); e estratigraficamente em: sinclinal (camada mais recente no interior da dobra) e anticlinal (camada mais antiga no interior da dobra) (figura 10).



**Figura 10.** Classificação morfológica (A) e estratigráfica (B) de um dobramento. Adaptado de Silva et al., 2010.

As falhas são fraturas que ocorrem na crosta e que traduzem um comportamento frágil. As rochas, quando sujeitas a uma tensão intensa e brusca, em condições de pressão e temperatura baixas, comportam-se como um sólido, e ao ultrapassarem o seu limite de elasticidade, fraturam em dois blocos distintos, que se separaram e deslizam um em relação ao outro. No caso de a rocha sofrer a

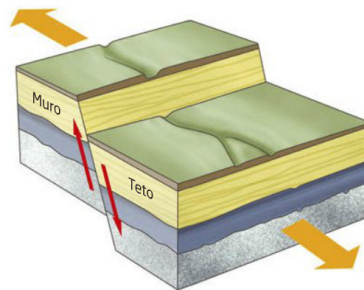
influência de uma tensão compressiva surge uma falha inversa, com um ângulo inferior a  $90^\circ$ , na qual o bloco que fica por cima do plano de falha (tecto) se desloca no sentido contrário ao da sua inclinação, subindo em relação ao bloco que se situa por baixo do plano de falha (muro) (figura 11).



**Figura 11.** Falha inversa (Retirado de Campos & Dias, 2014).

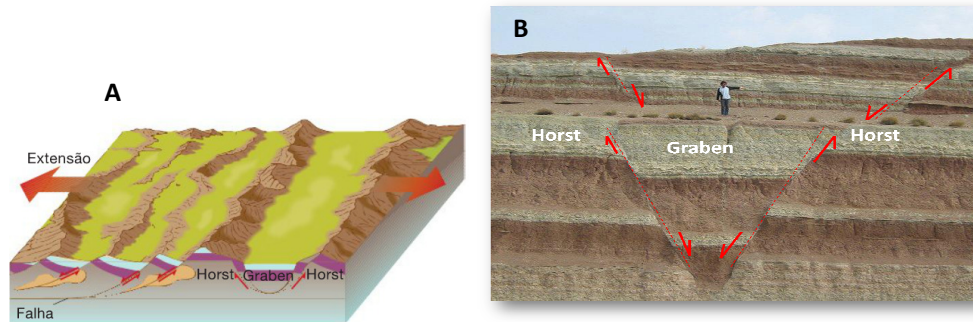
### **3.1.11 Quais as deformações que ocorrem nas rochas quando sujeitas a uma tensão distensiva?**

Ao serem sujeitas a uma tensão distensiva, no andar estrutural superior (pressão e temperatura baixas), as rochas comportam-se como um sólido, fracturando, assim que ultrapassam o seu limite de elasticidade, e formam falhas normais. Estas falhas possuem um ângulo inferior a  $90^\circ$ , e caracterizam-se pela descida do bloco que está por cima do plano de falha (tecto), deslocando-se no sentido da sua inclinação, em relação ao bloco que está por baixo do plano de falha (muro) (figura 12).



**Figura 12.** Falha normal. Retirado de Campos & Dias, 2014.

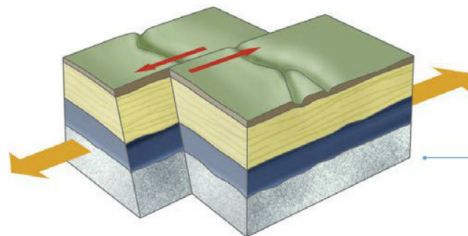
Habitualmente, ao sofrer estiramento a rocha forma um sistema de falhas normais, caracterizado por blocos que sobem (*horst*) e blocos que descem (*graben*) (figura 13).



**Figura 13.** Sequência de falhas normais (Horst) e (Graben). A - Adaptado de Silva et al., 2010; B – Adaptado de <http://www.efn.uncor.edu/departamentos/GeoBas/materias/geologiatectonica/>.

### 3.1.12 Quais as deformações que ocorrem nas rochas quando sujeitas a uma tensão cisalhante?

No caso de ser sujeita a uma tensão de cisalhamento, a pressão e temperatura baixas, a rocha fractura em dois blocos distintos surgindo uma falha de desligamento (figura 14). Estas falhas são visíveis à superfície da crosta e levam à deslocação dos terrenos de ambos os lados da falha. As falhas de desligamento classificam-se considerando o movimento relativo dos blocos em relação a um indivíduo que está sobre a falha. Ocorre um desligamento direito, caso o bloco direito se tenha aproximado do indivíduo, e um desligamento esquerdo, caso o bloco esquerdo se tenha aproximado do indivíduo.



**Figura 14.** Falha de desligamento (desligamento esquerdo). Retirado de Campos & Dias, 2014.

### **3.1.13 Terá a “nossa” margem do Atlântico uma margem passiva?**

Desde os anos 70 do século XX que o limite entre as placas Euroasiática e Africana tem sido debatido, por um lado por ser considerado um ponto-chave em toda a teoria da tectónica de placas, e por outro por se julgar ser o local de origem do sismo de 1755 (Zitellini et al., 2009). Uma outra dúvida que assalta a comunidade científica é o facto de, mediante os 170 Ma de idade da litosfera na margem Este do Atlântico (Duarte, 2011), não haver subducção, isto sabendo que a litosfera fica mais densa e perde a capacidade de flutuar sobre a astenosfera a partir dos 20 a 40 Ma (Stern, 2007), e que os dados geológicos indicam que habitualmente a litosfera subducta com cerca de 200 Ma de idade (Murphy & Nance, 2013).

Postas todas estas dúvidas, uma série de investigadores de diversos países e de diversas entidades, formaram um grupo de trabalho com o intuito de estudar o fundo oceânico do Golfo de Cádiz. Assim, entre os anos de 2000 e de 2006 foi levado a cabo um estudo batimétrico aprofundado em toda essa região, que permitiu concluir que existem dois mecanismos que impelem os movimentos das placas: a existência de uma zona de subducção, o Arco de Gibraltar, e a colisão oblíqua entre as placas africana e núbica, que originou o cavalgamento da Planície Abissal da Ferradura; e o desligamento direito da zona de falha da Margem Sudoeste Ibérica (SWIM) (Zitellini et al., 2009; Duarte, 2011). Os dados recolhidos sugerem que o cavalgamento do Arco de Gibraltar está inactivo, contudo o cavalgamento do banco de Gorringe encontra-se activo, apesar de ter vindo a diminuir a sua actividade, tendo-se formado um sistema de falhas de desligamento, conectadas entre si numa extensão de 600 km, e que poderá justificar a intensidade do sismo de 1755 (Zitellini et al., 2009). Numa das investigações posteriores, João Duarte (2011) refere que esta geodinâmica existente no Golfo de Cádiz, tornam esta região como um potencial local de criação de uma nova zona de subducção, facto apoiado por outras investigações (Duarte et al., 2013). Para chegar a todas estas conclusões utilizaram a informação batimétrica bem como perfis sísmicos, e foram feitos modelos em laboratório que permitiram simular a morfologia e a geodinâmica existente naquela região (Rosas et al., 2009; Rosas et al., 2012).

## 3.2 Enquadramento Didáctico

Nesta parte apresenta-se uma contextualização da temática “Ocorrência de dobras e falhas” nas Orientações Curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico (Galvão et al., 2001) e nas Metas Curriculares (Bonito et al., 2013), depois explicita-se a organização da intervenção de acordo com as estratégias de ensino-aprendizagem propostas, a avaliação e a descrição sumária das aulas leccionadas bem como a respectiva reflexão.

### 3.2.1 Contextualização da temática

Segundo as últimas directrizes do Ministério da Educação e Ciência os Documentos Curriculares orientadores da disciplina de Ciências Naturais são as Metas Curriculares para o Ensino Básico das Ciências Naturais (Bonito et al., 2013) e as Orientações Curriculares para o ensino das Ciências Físicas e Naturais no 3º Ciclo do Ensino Básico (Galvão et al., 2001). As Metas Curriculares apresentam os objectivos gerais de aprendizagem dos alunos, bem como os descritores de desempenho dos alunos em cada subdomínio, ao passo que as Orientações Curriculares definem as competências específicas que os alunos devem adquirir ao longo do ciclo de estudos.

Os conteúdos programáticos a leccionar no 7º ano de escolaridade inserem-se no Domínio “Terra em Transformação”, do qual consta a temática: “Ocorrência de dobras e falhas”. Esta, corresponde à Unidade 5 do programa e está incluída no subdomínio “Dinâmica interna da Terra”. Tem como objectivo geral:

- ✓ Aplicar conceitos relativos à deformação das rochas.

Os descritores de desempenho associados a esta temática, e a todas as temáticas preconizadas nas Metas Curriculares para o ensino básico das ciências (Bonito et al., 2013), permitem ao professor definir as estratégias de ensino-aprendizagem que mais se adequem ao seu contexto escolar, estes são:

- ⊗ Distinguir comportamento frágil de comportamento dúctil, em materiais diversos, com base numa actividade prática laboratorial.
- ⊗ Explicar a formação de dobras e de falhas, com base numa actividade prática laboratorial.

- ⊗ Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem.
- ⊗ Identificar, em esquema e imagem, as deformações observadas nas rochas existentes nas paisagens.
- ⊗ Relacionar a deformação das rochas com a formação de cadeias montanhosas.

As orientações curriculares, sugerem que o professor seja o gestor e construtor do currículo utilizando estratégias de ensino-aprendizagem que permitam que os alunos desenvolvam “competências várias” em “ambientes de aprendizagem diversos” (Galvão et al., 2001, p.4), segundo este documento, estas competências afiguram-se em vários domínios:

- **Conhecimento substantivo** - Análise e discussão de evidências, em situações problemáticas, que permitam ao aluno adquirir conhecimento científico apropriado, de modo a interpretar e compreender leis e modelos científicos.
- **Conhecimento processual** - Pesquisa bibliográfica, observação, execução de experiências (individualmente ou em equipa), avaliação dos resultados obtidos, planeamento e realização de investigações, elaboração e interpretação de representações gráficas.
- **Conhecimento epistemológico** - Análise e debate de relatos de descobertas científicas, e modos de trabalho de diferentes cientistas, relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).
- **Raciocínio** - Resolução de problemas, interpretação de dados de forma crítica, formulação de problemas e de hipóteses, planeamento de investigações, previsão e avaliação de resultados, estabelecimento de comparações, realização de inferências, generalização e dedução, pensamento criativo e crítico, relacionar evidências e explicações, confrontando diferentes perspectivas de interpretação científica.
- **Comunicação** - Utilização correcta da língua portuguesa e da linguagem científica, interpretação de fontes de informação diversas, utilização de modos diferentes de representar essa informação, desenvolvimento das capacidades de exposição de ideias, defesa e argumentação, de análise



e de síntese, produção de textos escritos, comunicação oral, cooperação na partilha de informação, apresentação dos resultados de pesquisa utilizando meios diversos, capacidade de exprimir dúvidas e dificuldades.

- **Atitudes** - Curiosidade, perseverança e seriedade no trabalho, reflexão crítica sobre o trabalho efetuado, flexibilidade para aceitar o erro, respeito pelo próximo, “saber estar”, saber relacionar-se, saber trabalhar em grupo, autonomia, responsabilidade, capacidade de tomada de decisões, gestão de tempo, identificar seleccionar e aplicar métodos de trabalho.

O desenvolvimento de competências nestes diferentes domínios permite envolver os alunos no processo de ensino-aprendizagem, através de diferentes experiências educativas, e tem como pressuposto que os alunos se tornem cidadãos literatos em ciência (Galvão et al., 2001), de modo a poderem exercer a sua cidadania de uma forma democrática e consciente, e que lhes permita tomar decisões, documentadas e responsáveis, com base nos seus conhecimentos e convicções.

De acordo com as Orientações Curriculares (Galvão et al., 2001, p. 9) com esta temática “pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos relacionados com os elementos constituintes da Terra e com os fenómenos que nela ocorrem”. Tendo em consideração os objectivos aconselhados para o ensino básico, os alunos devem obter conhecimentos gerais que lhes permitam relacionar e justificar acontecimentos reais, bem como ser críticos acerca das informações que recebem, adquirindo a capacidade de resolução de problemas e podendo tomar decisões conscientes ao longo da sua vida. Para tal, é necessário que desenvolvam competências nos vários domínios preconizados no documento e referidos anteriormente.

### **3.2.2 Organização da temática**

A intervenção lectiva aqui relatada decorreu entre 24 de Fevereiro e 9 de Abril de 2015, em 4 blocos de 50 minutos, e 4 blocos de 100 minutos. No dia 5 de Maio os alunos realizaram um teste de avaliação sumativo que englobou os conteúdos desta intervenção. Esta decorreu com algumas interrupções devido à realização de uma aula de revisões e de um teste de avaliação sumativo referente aos conteúdos leccionados anteriormente, nos dias 6 e 10 de Março, respectivamente, e entre dias 13 de Março e 6 de Abril, por motivos de greve dos

funcionários públicos, de baixa da professora cooperante e pela interrupção lectiva das Férias da Páscoa. Esta informação encontra-se explanada na tabela 1. As aulas decorreram às terças-feiras das 9:05h-9:55h, às quintas-feiras das 10:15h-11:55h e às sextas-feiras das 12:05h-12:55h.

**Tabela 1.** Calendarização da intervenção lectiva. A verde aulas leccionadas, a amarelo aulas em que houve entrega de documentos produzidos pelos alunos e a laranja interrupções lectivas.

Mês \ Dia	2ª feira	3ª feira	4ª feira	5ª feira	6ª feira
<b>Fevereiro</b>	23	24 Aula I <i>Actividade 1</i>	25	26 Aula II <i>Actividade 2</i>	27 <b>Aula III</b> <i>Discussão e análise da actividade 2</i>
<b>Março</b>	2	3 <b>Aula IV</b> <i>Actividade 3</i>	4	5 <b>Aula V</b> <i>Actividade 3 (cont.)</i>	6 Aula de revisões pela professora cooperante
	9	10 Teste de avaliação sumativa	11	12 <b>Aula VI</b> <i>Actividade 4</i>	13 Greve dos funcionários públicos
	16	17 <i>Preenchimento dos questionários de avaliação da actividade 4</i>	18	19 Baixa médica da professora cooperante	20 Baixa médica da professora cooperante
	23	24	25	26	27
<b>Março/Abril</b>	30	31	1	2	3
<b>Abril</b>	6	7 <b>Aula VII</b> <i>Actividade 5</i>	8	9 <b>Aula VIII</b> <i>Elaboração do relatório da actividade 5</i>	10
	13	14	15	16	17 <i>Entrega dos relatórios</i>
	20	21	22	23	24
<b>Abril/Maio</b>	27	28	29	30	1
<b>Maio</b>	4	5 <i>Realização do teste de avaliação sumativa</i>	6	7	8
	11	12 <i>Entrega e correcção do teste de avaliação sumativa</i>	13	14	15

A sequência didáctica a seguir descrita foi idealizada tendo em conta as orientações curriculares (Galvão et al., 2001) e as metas curriculares (Bonito et al., 2013), por um lado, e por outro as características dos alunos em questão, as suas necessidades e dificuldades. Assim, e uma vez que a temática “Ocorrência de dobras e falhas” está intimamente relacionada com as temáticas leccionadas anteriormente, a “diversidade de paisagens geológicas”, a “hipótese da deriva

continental” e a “teoria da tectónica de placas”, optei por tomar como ponto de partida a relação entre os tipos de limites das placas litosféricas e as respectivas paisagens geológicas que as caracterizam, permitindo conectar este assunto com os conteúdos leccionados no início de ano sobre paisagens geológicas. Posteriormente foram associadas as diferentes tensões a cada tipo de limite entre placas e as suas consequências ao nível da litosfera. No final da sequência estudou-se a relação entre o tipo de material e a deformação que resulta aquando da aplicação de tensões compressivas e distensivas, fazendo variar a temperatura.

### **3.2.3 Análise das actividades**

Neste ponto faz-se a descrição e análise de todas as actividades levadas a cabo durante a intervenção lectiva. Para cada uma foram estipulados objectivos específicos de aprendizagem que os alunos devem atingir, bem como as competências que se pretende que desenvolvam com a mesma (ver respectivos planos de aula, Apêndices A a G), habilitando-os da capacidade de utilizar o conhecimento adquirido (Roldão, 2006).

Para operacionalizar a sequência didáctica supra descrita, foi criada uma estratégia global de ensino-aprendizagem baseada na resolução de problemas e com uma perspectiva CTSA, na qual foram integradas 5 actividades práticas investigativas. Estas incluíram o levantamento de problemas e hipóteses, a interpretação de imagens (fotografias e esquemas) e mapas, bem como a sua descrição (oralmente e por escrito), elaboração de esquemas representativos, execução de actividades práticas com manuseamento de materiais diversos e as três dimensões da natureza da ciência (sociológica, psicológica e filosófica). O que possibilitou o desenvolvimento de competências variadas, em particular nas áreas onde, se tem verificado que os alunos têm mais dificuldades (ver capítulo 4.1.2 Participantes), como sejam ao nível: da exposição de ideias de forma escrita, do raciocínio, da resolução de problemas, da cooperação e da autonomia.

#### ***3.2.3.1 Actividade 1 - Tipos de limites entre placas vs. Paisagem geológica associada***

Esta actividade decorreu na aula I e no início da aula II, foi suportada por uma apresentação de diapositivos em PowerPoint (ver Apêndice A), e baseou-se

numa estratégia de questionamento e resolução de problemas, através da interacção oral entre professora e alunos. Esta interacção permitiu perceber quais os conhecimentos prévios dos alunos, desenvolver as capacidades de observação, explicação, argumentação e raciocínio (Neri de Souza, 2006), uma vez que, através da análise de imagens, lhes foi permitido relacionar diversos conhecimentos - tipos de limites entre placas litosféricas e paisagens geológicas, tipos de limites entre placas litosféricas e tensões associadas. Deste modo os alunos compreenderam que os movimentos das placas litosféricas originam tensões que se exercem especialmente nas zonas de limites entre placas, e que estas têm como consequência deformações na crosta terrestre. Por fim, foi formulada a questão-problema que serviu de fio condutor às aulas seguintes: “*Quais as consequências das forças resultantes dos movimentos das placas litosféricas?*”. Uma estratégia de ensino baseada na resolução de problemas contextualizados é muito importante para a construção do conhecimento e permite promover o pensamento criativo e crítico (Hofstein et al., 2005).

Conhecimentos → foram relacionados diferentes tipos de limites de placa litosférica com os respectivos tipos de paisagem geológica e as tensões que estão na sua origem.

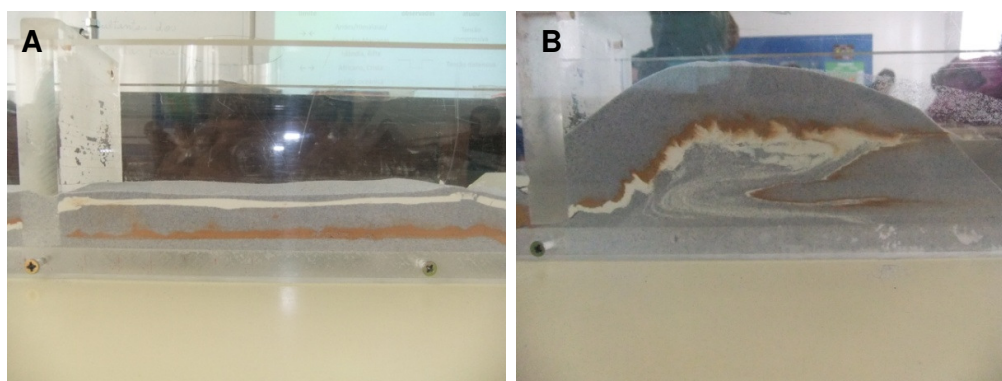
#### Competências a desenvolver com esta actividade

- ✓ Conhecimento substantivo – analisar e discutir evidências que permitiram adquirir o conceito de tensão (compressiva, distensiva e cisalhante);
- ✓ Conhecimento processual – observar e interpretar as imagens apresentadas, através da caracterização das diferentes paisagens geológicas, levantar a questão-problema e possíveis hipóteses de resposta;
- ✓ Raciocínio – relacionar conceitos e conhecimentos prévios referentes aos movimentos relativos entre as placas litosféricas com as formações geológicas associadas, permitindo a construção de novo conhecimento;
- ✓ Comunicação – expressão oral e utilização de linguagem científica, na apresentação oral da sua análise e caracterização das paisagens;
- ✓ Atitudes – manifestar respeito pelos colegas e pelo decorrer da aula, esperando a sua vez de participar.

### **3.2.3.2 Actividade 2 – O que sucede à litosfera ao nível dos limites convergentes?**

Esta actividade decorreu nas aulas II e III e foi suportada por uma ficha de trabalho (ver Apêndice B, Ficha de Trabalho 1). Na primeira aula (aula II) os alunos estavam divididos por turnos e trabalharam em grupo na execução da ficha. Na segunda (aula III), que decorreu em sala de aula com a turma toda, foi feita a análise e discussão de todo o trabalho desenvolvido, o que permitiu responder ao sub-problema: “Quais as consequências das forças compressivas geradas nos limites convergentes?”.

Aula II - Após a análise e caracterização das imagens, cada grupo apresentou oralmente uma hipótese para o sub-problema inerente à actividade e a professora propôs a utilização de um modelo (caixa de deformação) que simulasse a acção de uma tensão compressiva na litosfera com a formação de falhas inversas. Para ser possível concretizar a actividade em tempo útil (os 50 minutos de aula), a caixa de deformação foi previamente preparada, com camadas sucessivas de areia muito fina e muito bem calibrada, farinha e cacau em pó (figura 15A). Três alunos de cada turno participaram na execução da actividade, um fez o registo inicial, delimitando por cima de uma folha de acetato as camadas, outro executou a compressão (figura 15B) e um outro fez o registo dos resultados também na folha de acetato.



**Figura 15.** A - Caixa de deformação; B – simulação de formação de falhas inversas (após compressão).

Posteriormente, cada grupo utilizou um modelo em plasticina (figura 16), que comprimiu obtendo um dobramento.



**Figura 16.** Modelos em plasticina.

A utilização de modelos análogos no ensino da geologia é tida como facilitadora das aprendizagens, uma vez que permitem representar processos que acontecem a uma escala temporal de milhões de anos, à escala temporal da sala de aula (Bolacha, Moita de Deus & Fonseca, 2010). Por outro lado, o recurso a estes modelos permite o desenvolvimento da visão tridimensional, bem como da orientação espacial (Bolacha, Moita de Deus & Fonseca, 2010). No entanto, é necessário utilizar estes modelos com precaução para não serem promotores de concepções alternativas. Para tal, quando se recorre a modelos análogos deverá ser promovida uma discussão das hipóteses subjacentes, avaliando criticamente os resultados e comparando-os com a realidade (Amador & Silva, 2004). Pois, na fase de desenvolvimento em que estes alunos se encontram, fase das operações formais, segundo Piaget (1972), a fim de se processarem as operações mentais é necessário que haja um confronto com situações concretas de aprendizagem (Meece, 2002; Silva, Viana & Carneiro, 2011). No entanto, e como não é um dado adquirido que todas as crianças atinjam esta fase (Meece, 2002), para tal é necessário que se promovam experiências que estimulem o desenvolvimento do pensamento formal (Meece, 2002; Silva, Viana & Carneiro, 2011). Esse é um dos papéis do professor.

Aula III – Foi feita a análise e caracterização das imagens da ficha de trabalho 1, questionando os alunos, tendo como base uma projecção de diapositivos contendo essas imagens. As hipóteses levantadas foram discutidas em grande grupo e os alunos responderam ao sub-problema.

Conhecimentos → foram classificadas as fracturas observadas como falhas inversas, mediante a explicação do movimento relativo dos blocos (tecto sobe em

relação ao muro). As dobras foram classificadas com base num esquema desenhado no quadro. Os alunos responderam ao sub-problema oralmente.

#### Competências a desenvolver com esta actividade

- ✓ Conhecimento substantivo – análise e discussão de evidências através da observação de imagens reais, adquirindo conhecimento sobre dobras e falhas inversas.
- ✓ Conhecimento processual – formulação do sub-problema, execução de actividades práticas, recolha, análise e interpretação de dados, elaboração de esquemas.
- ✓ Raciocínio – formulação de hipóteses de resposta ao sub-problema, interpretação dos resultados da actividade prática, relacionar evidências e explicações.
- ✓ Comunicação – correcta utilização da língua, utilização de linguagem científica oral e escrita, discussão (das evidências, das hipóteses, dos resultados), capacidade de exposição de ideias, argumentação, representação esquemática de resultados.
- ✓ Atitudes – respeito pelos outros e pelo trabalho, cooperação durante o trabalho desenvolvido em grupo, autonomia.

#### **3.2.3.3 Actividade 3 – O que sucede à litosfera ao nível dos limites divergentes?**

Esta actividade decorreu durante as aulas IV e V, e teve como suporte uma ficha de trabalho (ver Apêndice C, Ficha de Trabalho 2). Na primeira aula, que decorreu em sala de aula comum com a turma toda, os alunos iniciaram a elaboração da ficha, tendo trabalhado a pares. A segunda decorreu no laboratório, com a turma dividida em dois turnos. Nesta última, os alunos trabalharam em grupos, levantaram hipóteses e apresentaram-nas para o grande grupo. Foi utilizada uma caixa de deformação para simular a acção de uma tensão distensiva numa rocha sedimentar, e os resultados foram discutidos em grande grupo. Foram ainda classificadas falhas normais.

Aula IV – Os alunos foram questionados e encaminhados a formular um novo sub-problema, mas desta vez relacionado com as tensões distensivas.

Analisaram fotografias de rochas apresentando falhas normais e compararam-nas com uma fotografia de uma falha inversa, tendo que analisá-las e referir as diferenças. Deste modo conseguiram chegar à conclusão de que nestas falhas os blocos apresentam um movimento relativo “contrário” (o tecto desce em relação ao muro).

Aula V – Esta aula decorreu no laboratório com os alunos divididos por turnos. Estes estavam organizados em 4 grupos de 3 elementos, à excepção de um grupo constituído por 4 elementos, no segundo turno. As questões iniciais da ficha foram analisadas em grande grupo, com apoio de uma projecção de diapositivos em PowerPoint (ver Apêndice D), através da interacção entre professora e alunos. Em grupo, os alunos procederam à formulação de hipóteses explicativas para a formação deste tipo de falhas. As hipóteses foram discutidas intragrupo mediante a minha ajuda, seguidamente foram apresentadas oralmente e uma das hipóteses (a que considere mais bem formulada), “o movimento das placas litosféricas gera forças distensivas capazes de deformar formando falhas” foi escrita no quadro. Posteriormente, foi utilizada a caixa de deformação para simular a acção de uma tensão distensiva numa rocha sedimentar. A caixa foi preenchida alternando camadas de areia muito fina e muito bem calibrada, com camadas de caril. Um aluno foi chamado para executar a actividade e procedeu-se ao registo dos resultados utilizando uma folha de acetato para delimitar as camadas e identificar a “falha”. Os resultados foram discutidos em grande grupo, salvaguardando o facto de esta simulação não corresponder realmente à formação de uma falha normal, mas sim a um deslizamento do material, apesar de o resultado ter mostrado uma descida de um bloco de areia de um modo análogo. Em discussão com os alunos chegou-se à conclusão de que forma teria de ter sido montado o simulador para que se tivessem formado, efectivamente, falhas normais. Como complemento os alunos viram um vídeo de uma simulação em laboratório, que estava contida no PowerPoint, e que foi analisada graficamente, permitindo fazer a identificação de uma falha normal. No primeiro turno os alunos responderam ao sub-problema oralmente e por escrito. No segundo não, uma vez que a discussão da actividade levou mais tempo do que o previsto. Por isso só foi feito na aula seguinte através de questionamento para a turma toda.

Conhecimentos → foram identificadas e classificadas falhas normais, mediante a análise do movimento relativo dos blocos (tecto desce em relação ao muro). Os



alunos responderam ao sub-problema oralmente e por escrito (só os do primeiro turno).

#### Competências a desenvolver com esta actividade

- ✓ Conhecimento substantivo – análise e discussão de evidências através da observação de imagens, aquisição de conhecimentos científicos respeitantes às consequências da acção das tensões distensivas na litosfera.
- ✓ Conhecimento processual – registo e análise dos resultados da simulação, elaboração e interpretação de esquemas, elaborados a partir da simulação.
- ✓ Raciocínio – relacionar informação, comparação de esquemas, formulação de hipóteses, interpretação dos resultados obtidos com a simulação.
- ✓ Comunicação – correcta utilização da língua, utilização de linguagem científica oral e escrita, discussão (das evidências, das hipóteses, dos resultados), capacidade de exposição de ideias, argumentação, representação esquemática de resultados
- ✓ Atitudes – saber trabalhar em grupo, respeito pelos outros e pelo trabalho, autonomia, cooperação durante o trabalho de grupo.

#### **3.2.3.4 Actividade 4 – Tensões de cisalhamento – a natureza da ciência e o exemplo do Golfo de Cádiz**

Esta actividade foi desenvolvida na aula VI, em que os alunos estavam divididos em turnos. Por opção, fiz algumas alterações nos grupos de trabalho (ver Apêndice F), de modo a que os conflitos que tinham vindo a acontecer, em todas as aulas anteriores, não prejudicassem o desenvolvimento do trabalho, o que se revelou muito benéfico, pois a dinâmica que se criou permitiu que, a maioria dos grupos, tivesse conseguido cumprir as tarefas propostas tendo desenvolvido um trabalho cooperativo. O principal objectivo desta actividade, além do desenvolvimento de competências ao nível do conhecimento substantivo (a falhas de desligamento), e das atitudes, prendeu-se com o desenvolvimento de competências ao nível do conhecimento epistemológico, numa perspectiva CTSA, como preconizado nas Orientações Curriculares (Galvão, 2001). Para tal, os alunos receberam uma ficha de trabalho (ver Apêndice F, Ficha de Trabalho 3) iniciada

com uma questão inicial e um texto introdutório com o intuito de os envolver e motivar. Este envolvimento e motivação prendem-se com o desenvolvimento de curiosidade e interesse que permite que os alunos fiquem disponíveis para serem os protagonistas da sua aprendizagem (Levy et al., 2011).

Na primeira questão da ficha foi pedido que os alunos comparassem a actual forma de fazer ciência com o modo de trabalhar de há 100 anos atrás. Para responderem à questão os alunos tiveram de recorrer a conhecimentos prévios acerca dos estudos levados a cabo por Wegener. Os restantes pontos da ficha confrontaram os alunos com mapas, os quais tiveram que analisar e interpretar, recolhendo dados que lhes permitisse colocar uma hipótese de resposta à questão inicial. Esta sequência de recolha de dados foi uma aproximação à efectuada por um grupo de investigadores. Após terminarem a resolução da ficha, foi projectada uma apresentação de diapositivos em PowerPoint (ver Apêndice F), com o intuito de mostrar o caminho percorrido pelos investigadores na construção da ciência. As hipóteses colocadas pelos alunos foram discutidas em grande grupo e no final, tendo por base os dados foi dada uma possível resposta à questão inicial.

Conhecimentos → foram classificadas falhas de desligamento, mediante o movimento relativo dos blocos quando sujeitos a tensões de cisalhamento. Foram analisados mapas batimétricos, contendo informação de carácter geodinâmico, o que permitiu a aquisição de conhecimentos no âmbito da natureza da ciência. A resposta à questão inicial foi dada oralmente pelos alunos.

#### Competências a desenvolver com esta actividade

- ✓ Conhecimento substantivo – análise e discussão de evidências através da observação de mapas. Aquisição de conhecimento sobre falhas de desligamento.
- ✓ Conhecimento processual – análise de mapas, recolha e interpretação de dados.
- ✓ Conhecimento epistemológico – análise de estudos de investigação, relação que se estabelece entre investigadores e o seu modo de trabalhar, a natureza e a história da ciência, divulgação do conhecimento científico, relação CTSA.

- ✓ Raciocínio – formulação de hipóteses de resposta à questão inicial, interpretação de resultados, relacionar os tipos de deformação apresentados nos mapas com as tensões que as originam.
- ✓ Comunicação – correcta utilização da língua, utilização de linguagem científica oral e escrita, discussão (das evidências, das hipóteses, dos resultados), capacidade de exposição de ideias, argumentação.
- ✓ Atitudes – respeito pelos outros e pelo trabalho, cooperação durante o trabalho desenvolvido em grupo, autonomia.

### **3.2.3.5 Actividade 5 – Deformação dos materiais**

Esta actividade foi desenvolvida durante as aulas VI e VII. Na aula VI que decorreu na sala de aula comum, com a turma toda, formulou-se o problema e realizaram-se as primeiras duas, das três tarefas. Na aula VII, que decorreu no laboratório, com os alunos divididos por turnos, realizou-se a terceira tarefa. Nesta aula voltei a fazer um ajuste aos grupos de trabalho.

Aula VI - Com a minha ajuda os alunos formularam o problema que serviu de base à investigação: “De que modo o tipo de rocha influencia o desenvolvimento de deformações?”. Para responder a esta questão foram distribuídos materiais diferentes por todos os pares de alunos (um pau de giz, um elástico e uma goma à temperatura ambiente). Com base num pequeno protocolo projectado numa apresentação em PowerPoint os alunos foram aplicando as diferentes tensões aos materiais fazendo o registo dos resultados. Estes resultados foram registados numa folha entregue aos alunos, e que iria servir de suporte à redacção de um relatório em V de Gowin. À medida que os alunos iam realizando a experimentação foi promovida uma discussão em grande grupo para que os alunos pudessem ir reflectindo sobre os resultados e relacionando-os com os seus conhecimentos prévios. Os conceitos de comportamento elástico, dúctil e frágil foram sendo fornecidos e explicados. Foi ainda explorado o conceito de variável, o que permitiu que os alunos relacionassem as variáveis que estiveram a ser manipuladas em cada uma das tarefas, com os resultados obtidos.

Conhecimentos → foi abordado o conceito de comportamento dos materiais quando sujeitos a uma tensão (comportamentos elástico, frágil e dúctil).

### Competências a desenvolver com esta actividade

- ✓ Conhecimento substantivo - análise e discussão de evidências – deformação dos materiais, aquisição de conhecimentos.
- ✓ Conhecimentos processual – manipulação de materiais, elaboração e interpretação de esquemas, análise e avaliação de resultados.
- ✓ Raciocínio - interpretação de resultados, resolução de problemas, análise de variáveis.
- ✓ Comunicação - utilização de linguagem científica, comunicação oral e escrita, síntese de ideias.
- ✓ Atitudes - cooperação, responsabilidade, respeito, autonomia.

Aula VII – Nesta aula foi formulado pelos alunos um novo problema, relacionado com a deformação dos materiais: “De que modo a temperatura influencia o desenvolvimento de deformações nas rochas?”. Para testar as hipóteses foram fornecidas aos alunos uma goma à temperatura ambiente e uma goma congelada às quais os alunos aplicaram tensões distensivas e compressivas. Os resultados foram registados na folha do relatório e discutidos em grande grupo.

Em todas as actividades propostas os alunos foram colocados perante sucessivos problemas, foram conduzidos a fazer previsões e a confrontar o resultado final com as hipóteses levantadas. Segundo Leite (2001), Leite e Afonso (2001) e Bolacha, Moita de Deus e Fonseca (2010), estas actividades são consideradas investigativas, ou de resolução de problemas. Uma vez que os alunos ainda são pouco autónomos o professor desempenha um papel fundamental na prossecução das investigações (Leite & Afonso, 2001).

Nas duas fichas referentes às tensões compressivas e distensivas, fichas de trabalho 1 e 2, respectivamente (Apêndices B e C, respectivamente) os alunos começaram por interpretar a informação fornecida, através da análise e caracterização de imagens reais, por escrito e através da execução de um esquema. Na ficha 2 pedia-se aos alunos que utilizassem conhecimento já adquirido para comparar as estruturas apresentadas, falhas normais com falhas inversas. De seguida, em ambas, os alunos levantaram hipóteses que suportaram as evidências observadas, e posteriormente validaram as suas hipóteses. Para tal foi fornecido um pequeno protocolo com um grau de abertura baixo, por um lado

porque os seus níveis conceptual, procedimental e de autonomia são baixos. Por outro lado, pelo facto de as aulas terem uma duração de apenas 50 minutos, o que não permite o desenvolvimento de procedimentos demorados. Após o registo dos resultados os alunos foram confrontados com as hipóteses que levantaram anteriormente, tendo, naquela altura dados suficientes para responder ao problema. Nesta última parte a professora assumiu novamente um papel crucial fazendo uma síntese de todo o processo, permitindo uma integração dos conhecimentos obtidos (Leite & Afonso, 2001).

Em ambas as actividades em que foi utilizada a caixa de deformação, os alunos tiveram um envolvimento mais cognitivo do que psicomotor, pois a montagem da caixa envolve alguma precisão e demora tempo que não pode ser despendido em sala de aula. Deste modo a caixa estava previamente preparada e pronta a ser manipulada quando as duas aulas se iniciaram. Ainda assim, e para permitir um maior envolvimento, foi dada a oportunidade a alguns alunos de empurrarem ou afastarem as cunhas. Apesar de importante este curto envolvimento físico, faz parte do envolvimento cognitivo, na previsão, interpretação e explicação dos resultados, que se torna imprescindível na aprendizagem dos conceitos inerentes às actividades propostas (Leite, 2001).

A terceira ficha de trabalho fornecida: “Terá o “nosso” lado do Atlântico uma margem passiva?” foi concebida de modo a que os alunos seguissem um processo investigativo análogo ao desenvolvido pelos investigadores, tendo partido de uma situação problemática intrigante e idêntica à que tem despoletado os estudos levados a cabo nos últimos anos. Para tal os alunos analisaram mapas recolhendo dados e evidências que lhes permitisse sugerir uma hipótese de resposta à questão inicial. Nesta aula os alunos foram confrontados com a construção da ciência, como uma actividade humana e numa perspectiva histórica, atribuindo uma situação problemática aberta que permitiu o desenvolvimento de uma investigação por parte dos alunos e que levou à compreensão das relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. Segundo Jorge, Paixão & Cabrita (2008) esta abordagem da ciência em sala de aula é uma prática de ensino inovadora e que permite salientar a transversalidade das ciências. Foi assim possível ir ao encontro do que está preconizado nos documentos orientadores (Galvão, 2001) permitindo que os alunos compreendessem como se constrói a ciência, os métodos utilizados e a forma como evolui, bem como a relação desta com a sociedade e a tecnologia.

As actividades de carácter investigativo envolvem trabalho cooperativo, pois permitem que em equipa, um grupo de alunos trabalhe para alcançar um objectivo de aprendizagem comum (Levy et al., 2011; Pereira, 2012) promovendo o desenvolvimento de atitudes de cooperação, e tornando mais fácil a aprendizagem de conteúdos científicos, e ao mesmo tempo a aquisição de competências sociais e de cidadania (Pereira, 2012). Deste modo, as actividades propostas para esta prática de intervenção lectiva, envolveram trabalho a pares, quando decorreram em sala de aula comum, ou em grupo, quando decorreram no laboratório. No entanto, fui constatando que nem sempre o trabalho que propus foi desenvolvido de forma cooperativa. Segundo Smith (2000) e Pereira (2012) existem alguns pressupostos que precisam de ser satisfeitos para que os trabalhos de grupo possam ser considerados cooperativos: (i) todos os membros devem cooperar para completar a tarefa (interdependência positiva); (ii) cada membro é responsável pelo resultado final (responsabilização individual e em grupo); (iii) deve existir heterogeneidade entre os membros. Um dos desafios a gerir durante os trabalhos em grupo é o conflito, e que foi o que se verificou tanto durante esta intervenção lectiva, como nas aulas que acompanhei desde o início do ano lectivo. Durante as aulas em que a turma estava dividida por turnos, os alunos sentavam-se em grupos de 3 ou 4 elementos, e na maioria dos grupos a cooperação não aconteceu. Muitos alunos revelaram comportamentos conflituosos recusando-se a comunicar e a trocar ideias com os colegas. Os meus esforços não foram frutuosos, na medida em que de aula para aula esses conflitos se mantiveram, prejudicando os resultados do trabalho. Segundo DeDreu e Weingart (2003) os conflitos relacionais limitam a capacidade de processamento do grupo, uma vez que os elementos estão mais preocupados e focados uns nos outros do que na resolução das tarefas. Por conseguinte, e com o intuito de focar os alunos na resolução dos exercícios propostos, nas duas últimas aulas alterei a constituição dos grupos de trabalho, mantendo a heterogeneidade.

Em todas as actividades foi dada ênfase à linguagem, uma vez que esta é a base para que haja comunicação entre professor e aluno. É através da linguagem que o professor “motiva, explica, questiona, controla, avalia e que o aluno constrói e representa as suas aprendizagens” (Oliveira, 1991, p. 162). A actividade 1 teve por base a comunicação oral, tendo os alunos, mediante a observação, analisado oralmente imagens, recolhendo dados e evidências. Nas restantes actividades a comunicação oral também esteve presente, mas os alunos fizeram registos

escritos, tanto de esquemas como de redacção de respostas, e por fim um relatório em V de Gowin.

O professor desempenha um papel crucial na organização do discurso dos alunos, permitindo fazer a articulação entre os conhecimentos prévios e a compreensão desses conhecimentos, facilitando a interpretação e aquisição de conhecimentos científicos (Oliveira, 1991). Uma vez que a linguagem e a comunicação foram identificados como “pontos fracos” pelo conselho de turma, pretendi que ao longo de toda esta intervenção fosse dada a devida importância a esta aprendizagem, tanto através da interacção oral como da produção de documentos escritos. Assim, a última actividade (Actividade 5 - Deformação dos materiais) teve como produto final um relatório em V de Gowin, cuja elaboração foi levada a cabo em aula de modo a poder haver um acompanhamento de cada aluno. O relatório em V permite que os alunos sintetizem e organizem a informação recolhida (Leite, 2001), pensem de forma crítica relacionando conhecimentos novos com os que os alunos já possuem (Gowin & Alvarez, 2005). Por outro lado, no caso desta turma, em particular, acabou por ser também um exercício de expressão escrita.

### **3.3 Avaliação**

Tomando como base a perspectiva de Boggino (2009), a de que a avaliação pode ser considerada uma estratégia de ensino que permite conhecer teorias e hipóteses colocadas pelos alunos, e os erros que cometem durante o desenvolvimento das tarefas, em todas as tarefas houve um acompanhamento próximo do trabalho desenvolvido pelos alunos permitindo uma avaliação formativa com *feedback*. Na última tarefa os alunos realizaram um relatório em V de Gowin, que foi alvo de avaliação formativa, tendo cada aluno recebido por escrito indicações sobre os pontos a melhorar, quer relacionados com a expressão escrita quer com as normas de elaboração do próprio relatório. Os alunos foram informados, oralmente e por escrito dos critérios que deviam seguir durante a execução do mesmo.

Foi entregue a cada aluno um questionário no final de cada actividade, que incluía a avaliação da actividade, a auto e a heteroavaliação do trabalho por eles desenvolvido, o que permitiu que pudessem reflectir sobre o seu trabalho e sobre o

trabalho desenvolvido pelo grupo. Este processo permitiu a aquisição de competências ao nível metacognitivo (Santos, 2002; Llewellyn, 2005). Estes questionários foram avaliados após o término de cada aula o que permitiu ir fazendo o ajuste necessário às estratégias de ensino-aprendizagem inicialmente idealizadas.

Após terminada a intervenção lectiva os alunos foram submetidos a um teste de avaliação sumativa, ao qual foi atribuída uma classificação, o que permitiu averiguar as suas aprendizagens (Fernandes, 2004), e aferir a aquisição de algumas competências ao nível do conhecimento substantivo e processual, de raciocínio e de comunicação escrita.

### **3.4 Descrição Sumária das Aulas Leccionadas**

Neste subcapítulo descrevem-se sumariamente as aulas leccionadas e apresenta-se a respectiva reflexão. Os planos de aula, bem como todos os materiais utilizados nas actividades apresentam-se em Apêndice (A a H).

#### **3.4.1 Diário da aula I (50')**

Sumário: Consequências das forças resultantes dos movimentos das placas litosféricas.

##### Descrição da aula

Esta aula iniciou-se a meio de um bloco de 100 minutos, e por isso, não havendo intervalo, assim que dá o toque, há troca de professores e os alunos não saem da sala. Quando cheguei à sala o professor da aula anterior ainda lá estava e os alunos estavam em grupos, muitos deles em lugares diferentes dos previstos na planta da sala, algo que tem vindo a acontecer regularmente. Nesta ocasião os alunos retomaram os seus lugares, e por este motivo houve alguma agitação inicial e alguma demora até começar. No entanto, assim que se sentaram acalmaram e ficaram “a postos”.

Após escrever o sumário corrigi a questão 4 do trabalho de casa, uma vez que vários alunos afirmaram ter dúvida. De seguida dei início a uma discussão sobre a temática das aulas anteriores fazendo a ligação para o novo tema em estudo. No momento seguinte, discutiu-se sobre a relação existente entre o tipo de



paisagem e o limite entre placas que lhe está associado, com base na observação e análise de imagens, contidas numa projecção de diapositivos em PowerPoint (ver Apêndice A). A interacção estabelecida permitiu que os alunos chegassem a algumas conclusões respeitantes ao tipo de formações observadas em cada limite.

Posteriormente fez-se uma síntese através do preenchimento de uma tabela. Enquanto os alunos preenchiam a tabela fui passando pelas carteiras, retirando dúvidas sempre que necessário. Introduzi o conceito de tensão, e os alunos acabaram de preencher a tabela, mas não chegámos à formulação do problema como estava planificado (ver Apêndice A).

### Reflexão

Os alunos mostraram-se motivados e interessados, tendo alguns dos alunos mais tímidos levantado o braço para responder a algumas questões que coloquei. Sempre que tal sucedeu dei primazia a esses alunos. Isto para mim foi motivo de orgulho, pois senti que o trabalho de tutoria que tenho vindo a desenvolver ao longo do ano, com esses alunos em particular, deu frutos. Fez-me sentir que vale a pena tentar compreender cada aluno, como pessoa, tornando possível “chegar” a todos, motivando-os e ajudando a superar as suas dificuldades.

Após escrever o sumário os alunos questionaram-me se iria corrigir o trabalho de casa. Era algo que não estava na minha planificação e que tinha sido combinado entre mim e a professora cooperante que iria ser feito apenas na aula de revisões. No entanto, muitos alunos apresentavam dúvidas na resolução do mesmo exercício e pareceu-me pertinente e importante corrigi-lo. Já tinha previsto que tal pudesse acontecer, e por isso pensei aceder ao manual virtual para projectar a imagem e ser mais fácil de visualizar. Mas, infelizmente não consegui fazê-lo porque faltava instalar um programa no computador. A correcção do exercício demorou mais tempo do que supunha, porque as figuras eram um pouco dúbias. Apesar do tempo que despendi com este momento julgo que tomei a melhor opção, uma vez que os alunos precisavam de uma resposta e de sentir que o trabalho que tiveram em casa estava a ser valorizado. Claro que este tempo viria a fazer falta mais tarde, no final da aula.

Ao longo de toda a interacção que estabeleci com os alunos tentei sempre dar a palavra ao maior número de alunos possível, cerca de 70% dos alunos

participaram ativamente nesta aula, revelando um bom desempenho e motivação. Julgo que o facto de os alunos já estarem familiarizados com esta temática facilitou todo o questionamento.

Nem todos os objectivos desta aula foram cumpridos, uma vez que não houve tempo para formular a questão problema. No entanto, os alunos estavam motivados e envolvidos, o que permitiu analisar e caracterizar as imagens, retirando os dados necessários para poder formular o problema.

### **3.4.2 Diário da aula II (50' + 50')**

Sumário: Execução de uma actividade prática sobre a formação de dobras e falhas inversas.

#### Descrição da aula

Nesta aula a turma estava dividida em dois turnos, o primeiro turno é composto por 12 alunos e o segundo turno por 13 alunos. Os alunos entraram na sala bastante efusivos pois era o dia de entrega de um trabalho que os tinha entusiasmado, sobre os modelos da estrutura interna da Terra. Por isso, o início da aula nos dois turnos foi um tanto ou quanto agitado. Habitualmente, os alunos sentam-se em grupos de três elementos, à excepção de um grupo do segundo turno que tem quatro elementos. Nesta aula, e nos dois turnos, fiz um rearranjo dos grupos de modo a que ficassem apenas três grupos, uma vez que apenas havia 3 modelos de plasticina. Enquanto se sentaram escrevi o sumário e esperei um pouco que o copiassem do quadro.

Retomei o ponto onde tínhamos ficado na aula anterior, questionando os alunos acerca dos tipos de limite e das forças que se originam em cada um deles. E tentei que os alunos chegassem à questão problema, através de questões e de pistas que lhes fui dando. Acabei por ser eu a formulá-la e escrevi-a no quadro para que todos a pudessem copiar para os cadernos: “Quais as consequências das forças resultantes dos movimentos das placas litosféricas?”. Expliquei que este problema é complexo e que iria sendo respondido ao longo das aulas seguintes, mediante a resolução de sub-problemas. Nesta aula, e em discussão com os alunos, foi formulado o primeiro sub-problema: “Quais as consequências das forças compressivas geradas nos limites convergentes?”. Para ajudar a responder a este sub-problema entreguei uma ficha de trabalho (ver Apêndice B) que pedi que

resolvessem até à questão 1.3. Enquanto o faziam, fui circulando pelos grupos auxiliando a clarificar as questões e a redigir as respostas. Assim que todos os grupos responderam à questão 1.3 (formulação de hipótese) pedi que se levantassem dos lugares para procedermos à simulação com a finalidade de validar as suas hipóteses. Os alunos levantaram-se e continuaram o procedimento explicado na ficha. Os resultados foram registados numa folha de acetato e os alunos voltaram para os seus lugares. Nesta altura distribui os blocos de plasticina e pedi para continuarem a ficha no ponto 1.3.2. Os alunos executaram a tarefa, ao longo da qual decorreu uma breve discussão que se estendeu por uns breves minutos até a aula terminar.

### Reflexão

Nesta aula foi formulado o problema geral da unidade didática. No entanto, julguei que seria possível serem os alunos a formulá-lo, mas perante as dificuldades que demonstraram, tive de ser eu a fazê-lo. Depois de formulado este problema, já foi mais fácil chegar ao sub-problema, que foi formulado por um aluno em cada um dos turnos, tendo eu dado uma ajuda na construção frásica. Os alunos mostraram-se empenhados e bastante motivados durante a execução da ficha, mas não tanto na discussão inicial quando formularam o problema e o sub-problema. Durante a discussão, julgo que estavam um pouco intimidados, provavelmente por estar presente um elemento “estranho” à aula e à escola (a minha supervisora da Universidade). Os alunos trabalharam em grupo, tendo havido mais momentos de partilha e cooperação do que até agora. Os alunos tiveram dificuldade em “pôr por palavras” o que observaram, mas fui ajudando a que conseguissem verbalizar aquando da discussão em pequeno grupo, deixando o grupo com as ideias e com a tarefa de formular uma frase de resposta. Sempre que sentiam dificuldade chamavam-me, pelo que fui várias vezes a cada grupo. O que me permitiu perceber o modo como estavam a pensar.

No primeiro turno, a determinada altura reparei que apenas faltavam dez minutos para a aula terminar. Fiquei bastante apreensiva, com receio de não ter tempo de executar as simulações com a caixa de deformação e com o modelo em plasticina, e proceder ao registo dos resultados, por isso, decidi avançar o mais rapidamente possível para a simulação da caixa de deformação. Com esta decisão saltei uma parte importante para a construção do conhecimento dos alunos – a

discussão das hipóteses em grande grupo. Foi uma má decisão que tomei no primeiro turno, e que repeti no segundo turno, para que seguisse os mesmos trâmites, permitindo que a aula de síntese pudesse fazer sentido para todos os alunos. Por conseguinte, também no segundo turno os alunos apenas formularam as hipóteses em pequeno grupo.

As aulas práticas leccionadas apenas em 50 minutos são bastante ingratas para um professor que pretende que os alunos se envolvam de uma forma activa. Os 50 minutos que à primeira vista parecem muito tempo, rapidamente se transformam em 30 ou mesmo apenas 20 minutos de qualidade, uma vez que os alunos demoram muito tempo a sentar-se, a abrir os cadernos e a escrever o sumário, e também porque estes alunos não têm ainda prática de toda a dinâmica que uma aula no laboratório acarreta. Por outro lado, o facto de apresentarem tantas dificuldades no domínio da língua, torna árduo todo o processo de escrita e, na maioria dos casos, também a formulação de hipóteses.

Estas actividades de cariz investigativo requerem que os alunos tenham autonomia e domínio da língua suficientes de modo a conseguirem elaborar respostas sem que o professor tenha que as corrigir uma a uma. Enquanto os alunos desta turma não o conseguirem fazer, será sempre muito difícil cumprir, em pleno e em tempo útil, actividades deste tipo.

Dos objectivos estipulados para esta aula, apenas um não foi cumprido, uma vez que os grupos não conseguiram desenvolver um verdadeiro trabalho cooperativo. Sinto que os restantes objectivos estabelecidos para esta aula, relacionados com os domínios do conhecimento e do raciocínio, foram alcançados.

### **3.4.3 Diário da aula III (50')**

Sumário: Discussão da actividade prática sobre a formação de dobras e falhas inversas.

#### Descrição da aula

Esta aula decorreu no último tempo da manhã de sexta-feira, que é antecedido por um intervalo de 10 minutos. Os alunos chegaram um pouco atrasados, tendo havido alguma agitação enquanto se sentavam. Assim que acalmaram escrevi o sumário no quadro.

Iniciei a aula questionando os alunos acerca da questão problema e do sub-problema inerentes à actividade realizada na aula anterior. No momento seguinte passámos a analisar a ficha com apoio numa projecção em PowerPoint (ver Apêndice C) e pedi a um aluno que escrevesse no quadro a resposta que tinha dado à primeira questão, esta resposta serviu de mote para analisar as imagens em conjunto com a turma. Pedi aos alunos que dissessem qual tinha sido a hipótese que colocaram como resposta ao sub-problema, e à vez foram-no fazendo. Após discutir as hipóteses projetei duas fotografias e um *scan* dos esquemas que os alunos elaboraram a partir da simulação na aula anterior (ver Apêndice C). Expliquei quais os dados que podiam dali retirar, plano de falha, tecto e muro, e o movimento relativo dos blocos, os alunos identificaram que o bloco que subiu foi o tecto, e procedi à classificação desta como uma falha inversa. Relembrei aos alunos a tarefa da plasticina e pedi a um aluno que esquematizasse no quadro o resultado que obteve. Em discussão, estes chegaram à conclusão de onde vieram as forças que deram origem àquela deformação pelo que, foram acrescentadas ao esquema. As dobras esquematizadas foram classificadas e questionei os alunos acerca da validação da hipótese colocada. Posteriormente, pedi que respondessem ao sub-problema, oralmente, o que fizeram sem dificuldade.

Antes de saírem, os alunos, preencheram o questionário de avaliação da actividade, a auto e a heteroavaliação.

Não foi cumprida a planificação (ver Apêndice C), uma vez que não houve tempo para realizar os exercícios de aplicação de conhecimentos sobre dobras e falhas inversas, que tinha planeado.

### Reflexão

Nesta aula muitos alunos chegaram atrasados e muito agitados, o que fez com que tivéssemos gasto uma série de minutos iniciais. Mesmo ao longo da aula os alunos estiveram sempre muito agitados, o que julgo, dever-se à hora a que a aula decorre (último tempo da manhã de sexta-feira).

Os alunos mostraram-se participativos e motivados, em particular quando viram projectadas imagens do trabalho que desenvolveram no dia anterior, diria que ficaram mesmo orgulhosos ao verem que estava a ser dada tanta importância ao trabalho desenvolvido por eles. Relativamente à discussão das hipóteses colocadas

pelos alunos, considero que não as consegui explorar da melhor forma, porque nem sempre consigo formular a melhor pergunta de modo a orientar os alunos. Formular uma questão que não induza a resposta, especialmente em contexto de sala de aula, por vezes torna-se uma tarefa não muito fácil. No entanto, para que o consiga fazer tenho de estar muito concentrada, o que foi difícil nesta aula, uma vez que alunos estavam bastante inquietos, o que levou a que tivesse perdido o ritmo por várias vezes. Contudo, com a prática, penso que terei mais facilidade em gerir este tipo de aulas, de cariz investigativo e baseadas na resolução de problemas. Quanto à gestão de sala de aula, e à inquietude dos alunos, julgo que é preciso ser firme, estipulando muito bem quais são os limites, não deixando que sejam ultrapassados.

Não foi cumprido o último momento da planificação, a execução dos exercícios de aplicação de conhecimentos sobre as dobras e as falhas inversas, por conseguinte, deverei fazê-lo logo no início da aula seguinte, de modo a que os alunos possam ficar totalmente esclarecidos quanto a este assunto.

Os objectivos estipulados para esta aula foram cumpridos, apesar de ter ficado com a sensação de que deveria ter verificado, individualmente e de forma mais crítica, os esquemas elaborados pelos alunos, em vez de só ter dado uma “vista de olhos”. Mas, a contingência do tempo, não permitiu que o tivesse feito, o que me deixou numa posição um pouco ingrata entre gerir e cumprir o planificado e o desenvolvimento de determinadas competências específicas nos alunos, no curto período de tempo que tenho. Por esta falta de tempo, se tornam tão essenciais os apoios que a escola poderá oferecer aos alunos e que permitem complementar e completar o trabalho realizado em aula.

#### **3.4.4 Diário da aula IV (50’)**

Sumário: Elaboração de uma ficha de trabalho sobre falhas normais.

##### Descrição da aula

Iniciei a aula entregando os questionários de avaliação da actividade, de auto e heteroavaliação. De seguida escrevi o sumário no quadro. Nesta aula faltaram dois alunos.

Questionei os alunos acerca da sub-questão que tinha vindo a ser respondida nas últimas aulas: “Quais as consequências das forças compressivas geradas nos limites convergentes?”, e fiz uma breve síntese usando a hipótese

formulada pelos alunos e a resposta à sub-questão, que os alunos escreveram no caderno. Apresentei aos alunos um exercício de aplicação de conhecimentos, que foi concretizado oralmente e com apoio em algumas imagens projetadas no quadro (ver Apêndice D). Escolhi dois alunos para irem ao quadro fazer a classificação das dobras e da falha inversa.

No momento seguinte pedi aos alunos que propusessem uma nova sub-questão, mas desta vez relacionada com as tensões distensivas: “Quais as consequências das forças distensivas geradas nos limites divergentes?”. Entreguei a ficha de trabalho (ver Apêndice D, Ficha de Trabalho 2) para resolverem a pares. Durante o trabalho fui circulando pelas carteiras, dando *feedback* e tirando as dúvidas que iam surgindo. Antes de terminar a aula, as primeiras questões da ficha foram analisadas, com apoio na projeção de diapositivos em PowerPoint (ver Apêndice D).

### Reflexão

Assim que cheguei à sala apercebi-me de que os alunos estavam, novamente, sentados noutros lugares, que não os habituais, mas neste dia não retomaram os lugares pré-estabelecidos. Tomei a opção de os deixar onde estavam de modo a não perder tempo de aula com trocas de lugares. Provavelmente não foi a melhor opção, mas na altura julguei que lhes poderia dar uma oportunidade para ver como corria e não perdia mais tempo, como impreterivelmente acontece na aula de 3<sup>a</sup> feira às 9:05h. Considero que não correu mal, mas provavelmente teria corrido bem melhor se os alunos tivessem estado nos seus lugares.

Entre a aula anterior e esta analisei os dados dos questionários de avaliação da actividade sobre as consequências das tensões compressivas o que me permitiu saber quais as dificuldades de alguns alunos. Com base nessa informação escolhi, para resolverem os exercícios que tinham ficado por resolver, um aluno que escreveu que não tinha compreendido as dobras e uma aluna que não tinha compreendido as falhas inversas. Um dos alunos em questão revela algumas dificuldades, nomeadamente por falta de empenho e atenção nas aulas, e o facto de ter revelado a sua dúvida através do questionário permitiu que eu o tivesse sabido, tendo podido ajudá-lo. Considero que este procedimento permite aproximar aluno e professor, uma vez que o aluno se sente valorizado e o professor acaba por ficar a conhecer um pouco melhor as suas necessidades.

Os alunos estavam motivados e envolvidos durante a realização do exercício, e estavam agradados por saberem responder. Fiquei com a sensação de que no global tinham compreendido os conceitos relacionados com as tensões compressivas. E por isso estava à espera que a formulação do novo sub-problema relacionado com as tensões distensivas, fosse fácil. Afinal, revelou-se uma tarefa difícil, que requereu ajuda da minha parte.

Enquanto respondiam às questões da ficha de trabalho, tive de chamar a atenção para o barulho que se começava a fazer sentir na sala, o que me incomodou um pouco, uma vez que habitualmente tal não acontecia, foi nesta ocasião que percebi que eventualmente teria sido melhor que os alunos tivessem regressado aos seus lugares no início da aula. Durante este período alguns pares trocaram ideias, mas ainda assim, não foram suficientemente autónomos para ir tomando as decisões de resposta às questões, todos os pares pediram ajuda.

Nesta aula não cumpri a planificação, tendo ficado a maioria dos pontos da ficha por abordar, nomeadamente a formulação e a discussão das hipóteses, a sua validação através da visualização do vídeo e a resposta ao sub-problema. Por conseguinte, a maioria dos objectivos não foi cumprida.

O início da aula foi um pouco conturbado, devido ao facto de os alunos estarem em alvoroço na aula anterior e sentados em lugares que não os seus, e por o computador não ter permitido o acesso, tendo sido reiniciado. Nesta ocasião penso que me senti pouco confiante, o que me levou a perder o ritmo.

Mais uma vez os alunos demoraram muito tempo a analisar as imagens e a escrever uma caracterização das mesmas, o que me deixou um pouco angustiada e a pensar se as questões estariam bem formuladas. Após a aula, e depois de rever novamente as questões, percebi que pode ter sido devido a estarem sentados noutro lugar, estando mais distraídos, ou à pouca autonomia na realização das tarefas propostas e à dificuldade na expressão escrita. Julgo que esta questão pode ser atenuada com estes alunos se estipular um período de tempo para a realização de cada tarefa.



### **3.4.5 Diário da aula V (50'+50')**

Sumário: Continuação da elaboração da ficha de trabalho sobre falhas normais. Execução de actividade prática sobre o comportamento das rochas sujeitas a forças distensivas.

#### Descrição da aula

Logo a princípio reparei que faltavam 4 alunos, pelo que questionei o grupo se sabiam o que se passava, ao que me responderam, que à excepção de um elemento, os restantes estavam na escola. Entretanto, e antes de fechar a porta da sala os alunos chegaram. Escrevi o sumário no quadro e esperei um pouco que os alunos o passassem para o caderno. Pedi a uma aluna que relembresse o sub-problema que começou a ser estudado na aula anterior: “Quais as consequências das forças distensivas geradas nos limites divergentes?”, e passei à análise dos exercícios da ficha que tinham sido elaborados nessa mesma aula, utilizando uma projecção em PowerPoint (ver Apêndice E). Em pequeno grupo, os alunos formularam hipóteses para o problema, de seguida foram escritas no quadro e discutidas em grande grupo. Foi utilizada a caixa de deformação para simular a acção das tensões distensivas de modo a formar falhas normais. Os resultados foram analisados e discutidos em grande grupo e classifiquei as falhas resultantes – falhas normais. No primeiro turno foi possível responder ao problema e ainda realizar um pequeno exercício de aplicação de conhecimentos. No segundo turno não houve tempo para estes dois últimos pontos.

#### Reflexão

Esta aula correu de forma bastante diferente nos dois turnos. No primeiro turno os alunos vinham de um intervalo de 20 minutos e não chegaram todos ao mesmo tempo, houve um aluno que tinha faltado às primeiras horas da manhã e chegou um pouco depois do toque e outros três alunos que se demoraram no recreio. Fiquei um pouco apreensiva com este comportamento e tinha tomado a decisão de lhes marcar falta, no entanto assim que ia a fechar a porta os alunos chegaram e decidi dar-lhes uma oportunidade, tendo referido que não podia voltar a acontecer, e que da próxima vez teriam falta de atraso. Esses três alunos demoraram a sentar-se o que causou alguma perturbação. Julgo que tomei a decisão certa, uma vez que considero que os alunos devem ter uma segunda

oportunidade, para poderem crescer. A discussão e análise dos exercícios correu muito bem, pois os alunos pareciam ter percebido tudo. A formulação das hipóteses não correu tão bem, porque a cooperação intragrupo nem sempre acontece. Penso que os grupos de trabalho devem ser revistos e alterados em prol de uma maior e melhor interação e cooperação. Em três dos grupos um dos elementos não participou da discussão, por isso, neste turno, o objectivo de haver cooperação não foi atingido. Optei por pedir apenas a um grupo que escrevesse a sua hipótese no quadro e discutir oralmente as hipóteses todas tendo por base a que estava no quadro, uma vez que das outras três hipóteses dos outros grupos, duas estavam idênticas. Provavelmente não foi a melhor estratégia, uma vez que não dei oportunidade a todos os grupos de se expressarem perante o grande grupo, mas assim foi possível ter tempo para discutir os resultados e responder ao problema. A utilização da caixa de deformação não simulou correctamente a formação de falhas normais, e por isso complementei a tarefa com a observação de um vídeo de uma simulação em laboratório. Neste turno penso que não explorei bem os resultados, que não foram bem os esperados, mas ainda assim com a sua análise os alunos compreenderam o conceito de falha normal e conseguiram responder ao problema.

No segundo turno, a directora da escola veio assistir à aula a partir do momento em que se discutiram as hipóteses. Este acontecimento causou alguma ansiedade, tanto em mim como nos alunos, o que veio condicionar o meu à vontade e alterar bastante o desempenho e participação dos alunos durante a discussão das hipóteses. Fiquei preocupada com a forma como os alunos estavam a reagir e tentei pô-los à vontade enquanto tirava dúvidas aos grupos, mas julgo que não foi suficiente, a presença intimidadora da directora fez-se sentir de qualquer forma.

Durante a realização dos primeiros exercícios da ficha, e antes da directora chegar, os alunos deste turno revelaram dificuldades na análise das imagens, facto que consumiu algum tempo não previsto. Este facto deixou-me um pouco perplexa e confusa, os alunos do turno anterior pareciam estar a par e a compreender tudo, o que se passaria com este turno? De repente, parecia que tudo o que tinha sido construído se tinha desmoronado. Decidi chamar ao quadro uma aluna que estava a ter dificuldade em compreender os conceitos de “bloco que está por cima” e “bloco que está por baixo”, e voltei a explicar. Julgo que depois da explicação os alunos compreenderam. Na formulação das hipóteses só os grupos que tinham tido muita ajuda na aula anterior não apresentaram dificuldades. Neste turno optei por

pedir a todos os grupos que escrevessem a sua hipótese no quadro. Depois de o fazerem li-as em voz alta e comparei-as. Esta estratégia levou a que tivessem surgido dois problemas, que me deixaram ainda mais perplexa e confusa do que anteriormente: primeiro, uma das frases estava quase ilegível por estar extremamente mal formulada, pelo que, tive muita dificuldade em torná-la lógica (ainda por cima com a directora a assistir a tudo!); segundo, a última hipótese era: “foi Deus”. Uma vez que estes alunos apresentam tanta dificuldade ao nível da expressão escrita, antes de lhes pedir que escrevessem as hipóteses no quadro devia tê-las corrigido indo aos grupos, ou podia ter pedido que as dissessem em voz alta e eu própria teria escrito no quadro, com os respetivos ajustes. Quanto à hipótese “foi Deus” apenas expliquei que essa hipótese não é possível validar, uma vez que é uma questão de fé. Deveria também ter explicado que nas aulas de ciências devemos manter-nos focados naquilo que é passível de ser validado, e que nestas aulas não vamos misturar a ciência com a religião.

Nem todos os objectivos foram cumpridos. Os alunos revelaram muita dificuldade na formulação das hipóteses, que ficou aquém das expectativas, devido às dificuldades na expressão escrita. O trabalho de discussão que devia ter sido levado a cabo pelos grupos não aconteceu como suposto, tendo havido muitos alunos que não participam minimamente.

#### **3.4.6 Diário da aula VI (50'+50')**

Sumário: Falhas de desligamento: causas e consequências. Análise do exemplo do Golfo de Cádiz.

##### Descrição da aula

Esta foi uma aula em que os alunos estavam divididos em turnos, pelo que houve algumas diferenças na dinâmica da discussão que se estabeleceu durante a análise dos mapas (ver Apêndice F, Ficha de Trabalho 3). Em ambos os turnos, à medida que os alunos entravam na sala, fui-lhes explicando que eu tinha feito uma pequena alteração na organização dos grupos de trabalho, pelo que lhes dei indicação de onde se deveriam de sentar. Em cada turno foram formados 4 grupos de três alunos, com excepção de um grupo, no segundo turno, que ficou com 4 elementos. No primeiro turno houve três alunos que chegaram atrasados e um aluno que faltou.

Os alunos passaram o sumário escrito no quadro e dei início ao primeiro momento da aula, no qual os questionei acerca das conclusões a que já tinham chegado sobre as consequências das tensões distensivas e compressivas na litosfera. Para iniciar o tema desta aula questionei-os, ainda, sobre qual o tipo de limite e tensão que ainda não tinha sido abordado. De seguida pedi que um aluno explicasse como se movimentam os blocos num limite transformante e posteriormente classifiquei o tipo de falha a que corresponde – falha de desligamento.

Num momento seguinte entreguei uma ficha de trabalho (Apêndice F, Ficha de Trabalho 3) intitulada “Terá o “nosso” lado do Atlântico uma margem passiva?”, explicando que esta é uma questão que vários investigadores colocaram e que têm estado a tentar responder através de muitos estudos. Pedi a um aluno que lesse em voz alta o texto introdutório e que elaborassem, em grupo, as respostas às questões da ficha. Enquanto o faziam circulei pelos grupos ajudando na compreensão do que era pedido nas questões e na redacção das respostas. Em algumas situações, em particular no 2º turno, tive ainda que ajudar a resolver atritos entre alguns alunos. Os alunos demoraram mais tempo do que o previsto e por conseguinte, passei para a projecção de diapositivos em PowerPoint (ver Apêndice F), fazendo a ligação entre o trabalho que os alunos tinham estado a desenvolver, analisando os mapas da ficha, com o trabalho de investigação científica que tem sido levado a cabo nos últimos 15 anos. No segundo turno faltou discutir, de uma forma mais evidente, as causas e consequências dos movimentos das placas nos limites transformantes.

### Reflexão

Nesta aula os alunos pareciam estar mais calmos, apesar da agitação inicial com a alteração dos grupos de trabalho. Senti que, à excepção de dois grupos (um em cada turno) em que houve alguns atritos, no geral os grupos funcionaram melhor, tendo havido mais partilha, cooperação e concretização. No final da aula do segundo turno uma aluna comentou comigo que não se importaria de ficar com o colega que não se integrou bem num dos grupos. Julgo que é uma opção a experimentar na próxima aula.

Após analisar as respostas aos dois questionários de avaliação das actividades anteriores deparei-me com uma questão que me fez sentir ansiosa.

Uma aluna, das duas vezes, apontou como ponto a melhorar “melhor explicação”. Ora, já me tinha questionado anteriormente “o que queria ela dizer com aquilo?” E pensei em questioná-la, mas na aula anterior não foi possível, porém desta vez, não deixei passar, e enquanto os alunos se sentavam perguntei-lhe. Ela disse que achava que às vezes os alunos tinham uma dúvida e eu nem sempre ia ao lugar esclarecê-la. Agradei-lhe e disse que ia tentar que não voltasse a acontecer. Foi estranho, na minha perspectiva julgava que isso era algo que eu estava a tomar muita atenção para que não falhasse, afinal nem sempre as nossas perspectivas correspondem às perspectivas dos alunos.

Os três principais objectivos desta aula foram cumpridos, apesar de não ter terminado a síntese da aula com a resposta ao problema geral inicialmente colocado. Houve alguns alunos, em ambos os turnos, que ficaram realmente entusiasmados com a construção da ciência, e em particular com o facto de este ser um assunto controverso e para o qual ainda não há um consenso na comunidade científica. Este entusiasmo deixou-me bastante satisfeita e realizada.

A dinâmica de grupo que se criou em cada um dos turnos foi muito diferente e nem sempre foi fácil de gerir. Os alunos do primeiro turno foram menos autónomos, mas mesmo assim consegui discutir a actividade mais facilmente e de forma mais rápida. No segundo turno os alunos aparentam ser mais autónomos, com menos dificuldade na escrita, mas colocam questões que por vezes desviam o rumo da aula, o que a torna mais difícil de gerir, quer no que respeita ao fio condutor, quer no que respeita ao tempo. Isto vai-me deixando um pouco ansiosa à medida que o tempo vai passando e parece que não há progressão. Mas é mesmo assim, nestas aulas de cariz investigativo o professor não detém o controlo absoluto da aula, uma vez que é dada ao aluno a liberdade de ir construindo o seu próprio conhecimento.

Na elaboração das respostas escritas, alguns alunos sentiram dificuldade na questão que pedia para compararem a forma de fazer investigação atual com a que Wegener levou a cabo, porque não compreenderam a pergunta. Na análise do mapa da figura 1 não sentiram dificuldade e na análise do mapa de figura 2, foi necessário chamar à atenção para os relevos submarinos e para os diferentes tipos de tensão que estariam associados às formações que os alunos identificaram. Mas, uma vez que fui circulando pelos grupos fui retirando as dúvidas e dando sempre pistas para que conseguissem chegar aos dados pretendidos. Pela primeira vez

senti que houve grupos que conseguiram trabalhar de forma um pouco mais autónoma, em ambos os turnos, o que me fez sentir que “está a correr bem!” e que afinal é possível pô-los a trabalhar de forma cooperativa, é só preciso encontrar as parcerias certas.

Nesta aula os objectivos foram cumpridos, em grupo os alunos conseguiram recolher os dados, através da análise de mapas, e após a discussão compreenderam como se constrói a ciência. Esta foi, sem dúvida, a actividade que mais trabalho deu a preparar, uma vez que tive de efectuar uma pesquisa muito aprofundada de todo este tema. Mas, no final da aula senti-me realizada, pois todo o esforço de preparação tinha sido recompensado!

### **3.4.7 Diário da aula VII (50’)**

Sumário: Actividade prática sobre deformação frágil, dúctil e elástica, dos materiais.

#### Descrição da aula

Esta aula decorreu numa terça-feira, e iniciou-se a meio de um bloco de 100 minutos. Como já vem sendo habitual, no início desta aula os alunos não estão sentados nos seus lugares, e por isso há sempre um primeiro momento que é gasto com o retomar dos lugares. Posto isto dei início à aula, escrevendo o sumário no quadro. Comecei por retirar uma dúvida, relacionada com as causas do surgimento das falhas de desligamento, que tinha ficado pendente da aula anterior. No entanto, já nenhum aluno se lembrava. Prossegui questionando os alunos, de modo a fazer uma breve revisão e síntese sobre os conceitos abordados anteriormente. Nesta altura projectei uma tabela idêntica à que tinha projectado na primeira aula (Apêndice G), com a coluna “deformações observadas” por preencher. Agora os alunos conseguiram, com a minha ajuda, usar o seu conhecimento para a completar. De seguida projectei uma síntese com a resposta à questão problema, e que passaram para o caderno. Enquanto os alunos estavam a escrever entreguei os materiais e as folhas do relatório em V de Gowin. Assim que peguei no saco das gomas verifiquei que faltavam mais de metade, das que eu lá tinha posto, mas prontamente a professora cooperante foi buscar mais algumas que eu distribui pelos pares que faltavam. Quando terminaram questioneei-os acerca do porquê de umas vezes as rochas dobrarem e outras vezes as rochas fracturarem.

Rapidamente responderam que seria devido ao tipo de rocha. De seguida disse que iam utilizar os materiais que tinham em cima da mesa aplicando forças e deviam registar os resultados na folha do relatório que iriam completar na próxima aula. Também pedi que copiassem o procedimento, por um lado para que interiorizassem melhor o que deviam fazer e por outro para já ficar feito, adiantando trabalho para a próxima aula. Os alunos realizaram as tarefas 1 e 2, mas não a 3. Por isso não cumpri a planificação.

### Reflexão

No final da aula anterior (12 de Março) nada fazia supor a reviravolta que a minha planificação iria ter. Esta aula sobre deformação de materiais, era suposto ter ocorrido na sexta-feira dia 13 de Março, mas, por contingências várias (greve dos funcionários públicos e baixa da professora cooperante) só decorreu a dia 7 de Abril, o que veio comprometer o seu desenrolar, uma vez que, decorridas três semanas os alunos já tinham esquecido muita coisa, inclusive a dúvida que tinha ficado pendente sobre as causas das falhas de desligamento. Por isso e por os alunos terem de retomar os seus lugares, como é hábito nas aulas de 3ª feira às 9:05h, o início da aula foi demorado. Mas desta vez não foi preciso dizer nada, para que regressassem aos seus lugares, fiquei contente. Assim que os alunos perceberam que iam continuar com o mesmo assunto senti que ficaram desmotivados. Compreendo o seu ponto de vista, na sua opinião esta unidade está a demorar muito tempo. Fiquei bastante decepcionada quando me apercebi que poucos eram os alunos que se lembravam dos tipos de deformações e poucos os que estavam com interesse em participar na discussão. No entanto, os alunos mudaram de atitude quando perceberam que iam manusear materiais diferentes. Ficaram curiosos, mais envolvidos e interessados, o que foi bom, mas tive que lhes pedir várias vezes para não falarem alto, podiam falar baixo com o colega do lado, mas o entusiasmo parecia difícil de conter, especialmente quando eu comecei a entregar as gomas. Neste momento, fiquei atónita! O saco que eu tinha preparado com cerca de 15 gomas, só tinha 5! Fiquei aflita, e a pensar como havia de resolver a situação. Os meus filhos devem ter encontrado o saco, que eu tinha tão minuciosamente escondido, e comeram-nas. contei as gomas para perceber se daria para fazer grupos maiores, mas, só com 5 gomas nem conseguia fazer grupos de 4 alunos! Felizmente, a professora cooperante tinha algumas gomas guardadas e teve a gentileza de as ir buscar e me emprestar. Não consegui deixar

de transparecer a minha inquietude, os alunos até questionaram, mas parei, respirei fundo e expliquei que tinha havido um contratempo, mas que tudo se ia resolver. Agora, depois da aula, e já com mais calma, julgo que até poderia ter continuado com as actividades, sem as gomas e teria tudo corrido bem. Mas, em cima do acontecimento a única coisa em que pensei foi que seria impossível continuar. No futuro tenho de estar mais preparada para estas eventualidades, e nunca mais confiar que as coisas ficam guardadas tal e qual as deixei, devo verificar sempre. A agitação generalizada fez com que a discussão que eu tinha planeado fazer com os alunos não se tivesse concretizado tão bem. Alguns alunos ainda tiveram dificuldade em perceber o que é um esquema. Pelo que, ao ir passando pelas carteiras fui verificando os seus registos, incidindo mais nos alunos que têm mais dificuldades ou que são mais desmotivados. Cerca de 70% dos alunos perceberam como deviam fazer o registo dos resultados, tendo-o feito bem.

Nesta aula, apesar de ter cumprido os objectivos, não cumpri a planificação, uma vez que a última tarefa ficou por realizar. Fiquei um pouco frustrada, pois queria mesmo que a aula seguinte fosse toda preenchida com uma discussão em grande grupo e a redacção do relatório. Julgo que o tempo que tive de despende no início da aula, revendo todos os conceitos e respondendo à questão problema, fez com que os alunos tivessem ficado desmotivados e sem vontade de voltar a abordar o mesmo assunto, não tendo sido tão interventivos como nas aulas anteriores. Por outro lado, demorei tempo que não previ, na distribuição dos materiais. Toda esta dinâmica deixou os alunos mais activos e agitados, mas também curiosos, e foi difícil acalmarem para podermos discutir os resultados. Não é fácil realizar este tipo de actividades em sala de aula com a turma toda, mas nem sempre é possível fazê-las coincidir com o horário estipulado para a aula de laboratório.

#### **3.4.8 Diário da aula VIII (50'+ 50')**

Sumário: Conclusão da actividade prática sobre comportamento dos materiais. Elaboração de um relatório em V de Gowin.

##### Descrição da aula

Nesta aula a turma estava dividida em turnos e decorreu em ambos sensivelmente da mesma forma. Fiz um reajuste aos grupos de trabalho que formei



na aula de turnos anterior, de modo a que nesta aula não houvesse quezílias entre os alunos. Assim, no primeiro turno optei por desmembrar um grupo que não se entendia e acrescentei um elemento aos outros três grupos, tendo ficado cada um com quatro elementos. No segundo turno, os quatro grupos ficaram todos com três elementos, uma vez que faltou um aluno.

Na aula do primeiro turno os alunos entraram na sala expectantes para saber onde se iriam sentar, uma vez que na aula anterior tinham trocado de grupos. Indiquei-lhes os lugares que deveriam ocupar consoante os grupos que eu tinha previamente estipulado. Os alunos sentaram-se, eu escrevi o sumário no quadro e pedi para o copiarem para os cadernos. Tive de alertar para serem mais céleres, pois alguns demoram muito até começarem a escrever e também demoram a escrever. Distribui as folhas dos relatórios, que tinha recolhido na aula passada para não dar azo a esquecimentos. Comecei por fazer uma síntese com os alunos acerca do que tinham estado a fazer na aula anterior, discutindo e interpretando em grande grupo os resultados obtidos até então. Após este momento distribui pelos grupos uma goma e fui buscar as gomas congeladas (ao congelador que existe dentro deste laboratório) para os alunos poderem prosseguir a experiência. Infelizmente a temperatura do congelador não devia ser muito baixa pois as gomas não apresentaram o comportamento esperado. Em vez de fracturarem apenas dobraram. Ainda assim, foi possível discutir os resultados obtidos, pois ambas as gomas se comportaram de forma diferente, tendo havido uma que foi possível fracturar. Foram discutidas as variáveis da experiência e os factores que influenciam o comportamento das rochas. Posto este momento pedi aos alunos que preenchessem o relatório, dizendo que no verso da folha tinham uma breve explicação do que deveriam escrever em cada ponto. Disse que tinham até ao final da aula para o preencher e que no fim eu iria recolher para avaliar. Até ao final da aula fui passando pelos grupos e retirando as dúvidas que iam surgindo, tentando sempre que os alunos chegassem à resposta com os conhecimentos que possuíam. Quando deu o toque de saída ninguém se moveu, a certa altura fiquei com a sensação que nem tinham ouvido. Tive de lhes pedir para se levantarem para a professora de físico-química não ficar aborrecida por os alunos demorarem a chegar. Passado uns momentos os alunos levantaram-se, entregaram o relatório e saíram. Alguns alunos disseram que não tinham terminado e eu perguntei se

queriam fazê-lo em casa. Disseram que sim e acedi. Esqueci-me de entregar a ficha de avaliação da actividade.

A aula do segundo turno correu sensivelmente da mesma forma, exceptuando o facto de ter tido de chamar mais do que uma vez a atenção a um aluno que teimava em brincar com as gomas. Também julgo que não explorei tão bem os factores que influenciam o comportamento das rochas. Neste turno houve menos alunos a terminar o relatório em aula, pelo que a maioria o levou para casa para terminar. Antes de tocar, mesmo ainda com os alunos a redigir o relatório entreguei a ficha de avaliação da actividade que pedi que preenchessem e me entregassem no final da aula.

### Reflexão

Esta aula foi uma desilusão! Mais uma vez a aula não correu como eu tinha idealizado, mas apesar disso o objectivo foi cumprido. O ponto fraco foi exactamente aquele que eu tinha pensado que ia ser o ponto forte, a goma congelada. Assim que os alunos começaram a tentar dobrar as gomas congeladas nada aconteceu, aliás, aconteceu, mas não o esperado. As gomas não quebraram, em vez disso adoptaram um comportamento dúctil! Na altura só pensei: “Como é possível isto acontecer? Esta era a minha “grande ideia”, e está tudo a ir “por água abaixo”. Tinha feito a experiência em casa e tinha funcionado na perfeição, o que se teria passado?” Experimentei todas as gomas e nenhuma teve o comportamento esperado. Agora, e depois de muito pensar, só consigo atribuir o sucedido ao facto de o congelador do laboratório da escola não atingir temperaturas tão baixas quanto o da minha casa. Isto foi algo em que não tinha pensado. Fiquei mesmo desiludida! Na altura não vale a pena pensar nisso, é preciso avançar e continuar a aula, e foi o que fiz, tentando que aquele fosse um “resultado” a ser explorado. Assim, os alunos apenas puderam comparar o comportamento entre uma goma à temperatura ambiente e uma goma semi-congelada.

Felizmente nem tudo correu mal, os grupos que formei nos dois turnos funcionaram bem, sem os atritos nem os conflitos habituais. Senti que isto foi uma vitória, pois na minha opinião muitos dos trabalhos que têm vindo a ser atribuídos não são bem concretizados devido aos conflitos que existem entre os membros dos grupos.

O decorrer da redacção do relatório aconteceu mais ou menos segundo as minhas expectativas. Os alunos sentiram dificuldade em todos os pontos, mas estavam empenhados em fazer bem! (salvo um ou outro caso). Penso que numa próxima vez já serão um pouco mais autónomos, mas ainda assim, irão continuar a necessitar de acompanhamento por parte do professor. Só fico com pena de estas aulas serem tão curtas, e de por isso, não ter sido possível terminar o relatório em aula.

Os questionários de avaliação da actividade são sempre difíceis de aplicar. Apesar de já o ter feito nas aulas anteriores voltei a esquecer-me de o fazer no primeiro turno. Como é algo que os alunos devem fazer no final, tenho sempre ideia de ser a última coisa a fazer, mas enquanto estou em sala de aula apenas me consigo focar na interacção com os alunos, o resto passa tudo para “segundo plano”. Julgo que o facto de no segundo turno ter estado preocupada com a entrega do questionário fez com que não conseguisse estar tão concentrada, possivelmente foi por isso que penso que não consegui explorar tão bem os factores que influenciam o comportamento das rochas. Outro factor que também terá contribuído foi o ter de ter repreendido um aluno mais do que uma vez, por estar a brincar com as gomas exactamente nessa ocasião.

No final da aula, foi com algum pesar que disse aos alunos que esta seria a última aula que tinham comigo. Mas, fiquei contente quando percebi que os alunos receberam a notícia com alguma pena, significava que tinham gostado!

## **4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS**

Este capítulo divide-se em duas partes, na primeira descrevem-se as características dos alunos participantes neste estudo de investigação. Na segunda, apresentam-se os métodos de recolha de dados.

### **4.1 Contextualização e caracterização dos participantes**

#### **4.1.1 Contextualização**

Este estudo decorreu na escola Básica 2,3 Nuno Gonçalves que é a sede do Agrupamento de Escolas Nuno Gonçalves (AENG) desde o ano letivo 2004/05. Situa-se na Freguesia da Penha de França, numa zona antiga da cidade de Lisboa, e recebe alunos das freguesias das imediações. Desde o início do seu funcionamento, 1952/53, que a escola adoptou uma cultura de rigor, que vigora até aos dias de hoje, tendo como missão afirmar-se “como Escola de qualidade, democrática e universal, que acredita na transformação social” (AENG, 2011, p. 13). Mostra-se como uma escola aberta à inovação e à experimentação uma vez que tem vindo a receber alunos estagiários desde a década de 70 do século XX. Uma vez que se tem vindo a deparar com uma população escolar cada vez mais heterogénea, com uma percentagem relativamente elevada de alunos de outras nacionalidades e culturas (16,5% em 2010/11), a integração social foi considerada uma das prioridades do Projeto Educativo da Escola (AENG, 2011).

Esta é uma escola de referência dentro da cidade de Lisboa que tem como oferta educativa o 2º e o 3º ciclos do ensino básico, Cursos EFA (B3) e Cursos de Português para Falantes de Outras Línguas. A oferta de 3º ciclo ocorre em parceria com a Escola Secundária Dona Luísa de Gusmão, sendo o currículo executado sob as mesmas trâmites, definidas em reuniões semanais de articulação curricular. A escola distingue-se pela primazia, no que concerne às actividades de complemento curricular, apresentam uma oferta muito diversificada, com um foco importante na Educação Musical e na Educação Física, apontando-a como uma mais-valia, e classificando-a como uma “vantagem estratégica em relação aos estabelecimentos de ensino congéneres” (AENG, 2014, p. 3).

A escola possui alguns espaços destinados a serem utilizados pelos alunos em actividades específicas, entre estes conta-se um pavilhão gimnodesportivo e campos de jogos no exterior, um Centro de Recursos Educativos (CRE), uma sala de Tecnologias da Informação e da Comunicação e uma biblioteca.

Todas as turmas têm uma aula por semana com o Diretor de Turma (RADT), que tem como objetivo a educação para a cidadania, promovendo um contacto mais profundo entre este e a turma permitindo a coesão entre o grupo turma. A disciplina de Ciências Naturais tem uma carga horária de três períodos de 50 minutos, num dos quais a turma está dividida, em articulação com a disciplina de físico-química, exclusivamente para a realização de trabalho prático experimental (AENG, 2014). Cada turma tem uma sala de aula, só se deslocando quando há aulas em desdobramento, ou em disciplinas que requerem outro espaço. É o Diretor de Turma que estipula os lugares dos alunos na sala de aula comum, mas nas aulas de desdobramento essa tarefa fica ao critério do professor da disciplina.

Para os alunos do ensino básico foram estipulados critérios de avaliação que permitem fazer uma apreciação reguladora das turmas, no final de cada período lectivo (Tabela 2) (AENG, 2014). É com base nestes critérios que é realizada a avaliação nas diferentes disciplinas, mediante a atribuição de diferentes pesos a cada um: respeito 20%, responsabilidade 10%, conhecimentos e capacidades cognitivas 70%.

**Tabela 2.** Escala para apreciação do contexto regulador (adaptado de AENG, 2014)

Contexto Regulador							Contexto Instrucional	
Respeito				Responsabilidade			Conhecimentos e capacidades cognitivas	
Turmas	Cumprimento das regras da turma	Interação entre alunos	Interação prof.-aluno	Pontualidade	Cumprimento de tarefas/TPC	Material necessário às aulas	Aquisição de conhecimentos e capacidades simples	Aquisição de conhecimentos e capacidades complexas

Escala para a apreciação de cada indicador do contexto regulador: 1- Insuficiente; 2- Suficiente; 3- Bom; 4- Muito bom

#### 4.1.2 Participantes

De entre quatro turmas possíveis da EB 2,3 Nuno Gonçalves, escolhi para a minha intervenção da prática de ensino supervisionada, por uma questão de compatibilidade de horário com as minhas aulas no Instituto da Educação, a turma do 7º 2º. Neste caso, e como realizei uma investigação sobre a prática a população e a amostra são a mesma (Fraenkel & Wallen, 2006) - os 25 alunos da turma. Uma

vez que não há representatividade estatística, os resultados obtidos não podem ser generalizados.

A formação das turmas do 7º ano recorre a critérios rigorosos quanto à heterogeneidade dos alunos, quer no que concerne as suas atitudes e conhecimentos, como no que concerne ao nível sociocultural das famílias. Assim, a turma do 7º 2ª é constituída por 13 raparigas e 12 rapazes, ao início do ano letivo, com idades compreendidas entre os 11 e os 14 anos de idade, apresentando uma média de idades de 12 anos. De entre os 25 alunos da turma apenas um é repetente, e dois são de nacionalidade brasileira. Um aluno apresenta necessidades educativas especiais (NEE) e 10 alunos têm um Plano de Atividades de Acompanhamento Pedagógico (PAAPI).

Os dados obtidos junto da directora de turma revelaram que, aparentemente e a nível global, os níveis socioeconómico e sociocultural das famílias dos alunos é médio/baixo. Há 10 alunos que recebem subsídio, oito do Escalão A e dois do Escalão B.

Na reunião de conselho de turma de final do 1º Período ficaram estipulados os pontos fortes e os pontos fracos da turma (Tabela 3). Na reunião de conselho de turma do 2º Período não foi efectuada nenhuma alteração a esta avaliação.

**Tabela 3.** Pontos fortes e fracos da turma do 7º 2ª, no final do 1º Período (2014/15)

	<b>Pontos Fortes</b>	<b>Pontos Fracos</b>
<b>Conhecimentos e Capacidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidade em expressar-se oralmente, embora com algumas incorrecções</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificuldade de compreensão, interpretação e síntese da informação</li> <li>- Dificuldade de exposição de ideias de forma escrita</li> <li>- Dificuldade de raciocínio e na resolução de problemas</li> </ul>
<b>Atitudes e Valores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alguns alunos revelam-se solidários e cooperantes para com os outros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revelam dificuldade de concentração</li> <li>- Não são cumpridores das regras definidas</li> <li>- Poucos são os alunos que revelam atitudes de cooperação e espírito solidário</li> </ul>
<b>Outros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- São criativos</li> <li>- Solicitam ajuda do professor durante a realização de tarefas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os alunos com mais dificuldades não apresentam as suas dúvidas</li> <li>- Revelam pouca autonomia</li> </ul>

No final do 1º Período, 46,2% dos alunos da turma tiveram 3 ou mais negativas (um deles apenas teve duas negativas, mas simultaneamente nas disciplinas de Matemática e de Português). Por este valor ser inferior a 50% o conselho de turma considerou o aproveitamento da turma como Suficiente. Tanto na disciplina de Português como na de Matemática cerca de 50% dos alunos tiveram nota negativa.

A reunião de avaliação intercalar, onde esteve presente o conselho de turma dois representantes dos pais e dois representantes dos alunos, e que teve lugar a meio do 2º período foram discutidos os pontos fortes e fracos da turma e foram propostas algumas medidas de melhoria pelos professores das várias disciplinas. Na disciplina de Ciências Naturais a professora propôs a atribuição de um trabalho a ser desenvolvido pelos alunos de forma autónoma ao longo do resto do ano, e que deverá ser constituído por uma compilação em forma de *portfolio* da disciplina, de sínteses e pesquisas realizadas pelos alunos, com o intuito de permitir que os alunos estruturem as suas aprendizagens e também se exercitem na redacção de textos síntese. Os alunos foram caracterizados como respeitadores, mas por outro lado conversadores e desatentos.

Na reunião de avaliação do 2º período foram atribuídas as classificações dos alunos a cada disciplina. Nove alunos não obtiveram aproveitamento a mais de três disciplinas, e uma aluna não obteve aproveitamento simultaneamente nas disciplinas de Português e Matemática, o que baixa para 40% o número de alunos com três ou mais negativas, em relação ao primeiro período. Este valor denota uma ligeira melhoria a nível global.

Na disciplina de Ciências Naturais foram atribuídos oito níveis negativos a alunos que mostraram grandes dificuldades que não lhes permitem a aquisição de aprendizagens significativas e a alunos desmotivados, sem interesse no desenvolvimento das suas aprendizagens. Nestas aulas, a grande maioria dos alunos continua a revelar muita dificuldade na expressão oral e escrita, o que se reflecte no fraco desenvolvimento das competências preconizadas nas Orientações Curriculares (Galvão et al., 2001). No entanto, apesar de tudo verificou-se uma melhoria das atitudes, na participação nas discussões da aula e uma evolução ao nível do raciocínio e dos conhecimentos.

Dos nove alunos da turma propostos para frequentar aulas de apoio das disciplinas de português, matemática e físico-química durante o 2º período, muitos nunca compareceram e outros foram muito pouco assíduos. Ressalva-se em relação a este assunto o caso de uma aluna que não foi autorizada pelo encarregado de educação a frequentar as aulas de apoio de português e de físico-química.

## **4.2 Métodos e Instrumentos de Recolha de Dados**

Neste ponto descrevem-se os métodos e instrumentos de recolha de dados utilizados e que permitiram responder às questões orientadoras da investigação, estabelecidas anteriormente.

No âmbito desta investigação foi feita uma recolha de dados qualitativos, utilizando diferentes instrumentos, como a observação participante naturalista, questionários (Bogdan & Biklen, 1994; Rojas, 2001; Dias & Morais, 2004), e dois documentos produzidos pelos alunos - um teste de avaliação e um relatório em V de Gowin. Esta diversidade de instrumentos afigura-se uma mais valia na investigação em educação, na medida em que permite ao investigador obter dados diferenciados, podendo fazer uma avaliação mais detalhada e mais fundamentada, reduzindo o enviesamento e aumentando a fiabilidade (Fraenkel & Wallen, 2006), com o objectivo de responder às questões do estudo.

Os dados serão tratados qualitativamente, assim a totalidade da informação obtida será analisada e sintetizada numa descrição coerente de acontecimentos, permitindo uma interpretação contínua dos mesmos (Fraenkel & Wallen, 2006).

### **4.2.1 Observação**

A observação naturalista de aulas é um processo fundamental na investigação sobre a prática, uma vez que permite recolher dados qualitativos, fazendo uma descrição de situações e/ou comportamentos, que por seu lado permitem compreender o comportamento humano tendo em conta o seu contexto (Bogdan & Biklen, 1994; Dias & Morais, 2004), tornando-se mais fácil toda interpretação dos dados. De acordo com Dias & Morais (2004) este tipo de observação deverá ser pensada e estruturada tendo por base os objectivos do



estudo, focando três aspectos fundamentais, como a delimitação do campo de observação (estabelecimento do que se vai observar), a definição da unidade de observação (estabelecimento de quem irá ser observado) e o estabelecimento das sequências comportamentais (como se procederá a observação). A observação naturalista pode ter um carácter não participante, quando o observador não participa no decorrer dos acontecimentos, nem interage com o “alvo” da observação, e pode ter um carácter participante quando o observador interage com o “alvo” da observação. Nesta última, o observador assume um papel privilegiado uma vez que se propicia a criação de uma relação de confiança e cooperação entre o observador e os participantes, o que leva a que seja possível desenvolver uma relação social que torna mais fácil todo o processo de recolha de dados (Ball, 1997). Mas, para que não haja enviesamento dos dados, minimizando o “efeito de observador”, toda a investigação deverá ser levada a cabo de uma forma natural, não intrusiva (Bogdan & Biklen, 1994).

Previamente a este estudo foram recolhidos dados de observação não participante (Estrela, 1990), em que observei e descrevi comportamentos, necessidades e dificuldades dos alunos nas circunstâncias da sala de aula, e que permitiram delinear e ajustar a estratégia de ensino-aprendizagem.

Para este estudo em concreto foram recolhidos dados de observação, em notas de campo, que foram registados após o término de cada aula. Esta estratégia tem uma desvantagem - dificilmente o observador consegue reproduzir, em notas de campo, todos os aspectos que foram relevantes, uma vez que assume o papel duplo, de observador e professor (Estrela, 1990).

Os dados recolhidos neste âmbito prenderam-se com as dificuldades dos alunos, os seus comportamentos e atitudes, a participação e a motivação.

#### **4.2.2 Questionários**

Como instrumentos de recolha de dados, os questionários permitem diagnosticar e responder às necessidades educativas dos alunos, possibilitando ao professor melhorar o seu desempenho profissional (Rojas, 1998). Este método afigura-se eficaz na recolha de informação fiável num curto período de tempo, mas deve seguir algumas normas de elaboração de modo a que não haja enviesamentos (Rojas, 1998). Um questionário pode ser fechado, aberto ou misto.

Um questionário fechado é apenas constituído por questões de resposta fechada, que limita o inquirido a algumas opções de resposta, mas tem a vantagem de ser objectivo e fácil de analisar, em particular quando o número de inquiridos é elevado. Um questionário aberto contempla apenas questões de resposta aberta. Nestas é dada liberdade ao inquirido de se expressar de forma livre, mas tem a desvantagem de requerer uma análise em que a interpretação é mais complexa e mais morosa. Os questionários mistos contemplam questões fechadas e questões abertas (Rojas, 1998).

O questionário deve ter perguntas objectivas e fáceis de interpretar e não deve ser muito longo para o inquirido não se dispersar (Rojas, 1998). Nesta intervenção foi elaborado um questionário misto (ver Apêndice I), que foi respondido por quatro vezes ao longo da intervenção, com a finalidade de avaliar as actividades 2, 3, 4 e 5. No último questionário entregue, após a elaboração do relatório (aula VIII), foram acrescentadas questões abertas, com o intuito de fazer uma avaliação global de toda a intervenção. Os questionários foram preenchidos em sala de aula, imediatamente após a actividade ou na aula seguinte. A aplicação dos questionários teve como objectivo recolher informação acerca do gosto pela actividade, de algumas aprendizagens e dificuldades sentidas, e o desempenho dos alunos durante o trabalho desenvolvido em grupo, (auto e heteroavaliação).

#### **4.2.3 Documentos produzidos pelos alunos**

Os documentos produzidos pelos alunos permitem aferir acerca de algumas competências, em particular ao nível dos conhecimentos e comunicação escrita, e também de algumas dificuldades que apresentam. Nesta intervenção foram recolhidos dois documentos escritos produzidos pelos alunos: um relatório em V de Gowin (Apêndice G) e um teste de avaliação sumativo (Apêndice J).

O relatório em V é um diagrama que se desenrola segundo uma estrutura, dividida em ala conceptual e ala metodológica, em torno de uma questão central, esta forma de representação ajuda os alunos a compreenderem como se constrói e estrutura o conhecimento científico, permitindo a criação de significado (Gowin & Alvarez, 2005), o que por sua vez promove aprendizagens significativas.

O teste de avaliação sumativa é um instrumento que permite medir as aprendizagens dos alunos (Fernandes, 2004), e tem como função aferir a aquisição

de conhecimentos e também de competências de raciocínio, transformando essas aprendizagens num valor que pode ser comparado, entre pares ou entre vários momentos de avaliação do mesmo aluno. O teste elaborado teve por base os princípios da taxonomia de Bloom revistos por Krathwohl (2002), combinando questões de conhecimento (46% da cotação), classificadas como simples, com questões de processos cognitivos (44% da cotação), classificadas como complexas. Esta classificação fornece uma representação clara e concisa das aquisições dos alunos (Krathwohl, 2002).

## **5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

Este capítulo está dividido em duas partes. Na primeira apresentam-se os dados recolhidos durante a intervenção, através dos questionários e dos documentos produzidos pelos alunos, como o relatório em V de Gowin e o teste sumativo. Na segunda parte faz-se a interpretação e análise dos mesmos e responde-se às questões orientadoras do estudo.

### **5.1 Apresentação dos dados**

Neste ponto apresentam-se os dados recolhidos a partir dos quatro questionários preenchidos pelos alunos no final de cada actividade prática. Estes contemplam a avaliação da actividade em si e a auto e a heteroavaliação. Apresenta-se também uma apreciação qualitativa do relatório em V, elaborado pelos alunos, os resultados do grupo II do teste de avaliação sumativa, referente à unidade temática leccionada no âmbito desta intervenção.

Os quatro questionários entregues aos alunos continham as mesmas questões, com excepção do questionário D ao qual foram acrescentadas, no final, três questões de apreciação global. Todos os questionários estavam divididos em duas partes, a primeira referente à apreciação que os alunos fizeram das próprias actividades, das suas aprendizagens e dificuldades, e a segunda referente à auto e heteroavaliação do trabalho que foi realizado em grupo.

Deste modo os questionários tiveram como objectivo avaliar a apreciação que os alunos fizeram de cada uma das actividades, as suas aprendizagens e

dificuldades, e a forma como cada aluno avaliou o seu trabalho e o dos colegas quando trabalharam em grupo. As questões de apreciação global (questionário D) tiveram como objectivo que o aluno reflectisse sobre todas as actividades fazendo uma apreciação das mesmas, revelando quais as suas dificuldades, o que mais gostou e o que menos gostou de fazer, e o que considerou que mais contribuiu para as suas aprendizagens.

Os alunos avaliaram a sua prestação (autoavaliação) e a prestação dos colegas (heteroavaliação) durante os trabalhos realizados em parceria, em três parâmetros: Participação, Organização do grupo e Capacidade de ouvir os outros; seguindo quatro critérios: Nada satisfatória, Indiferente, Satisfatória e Muito satisfatória.

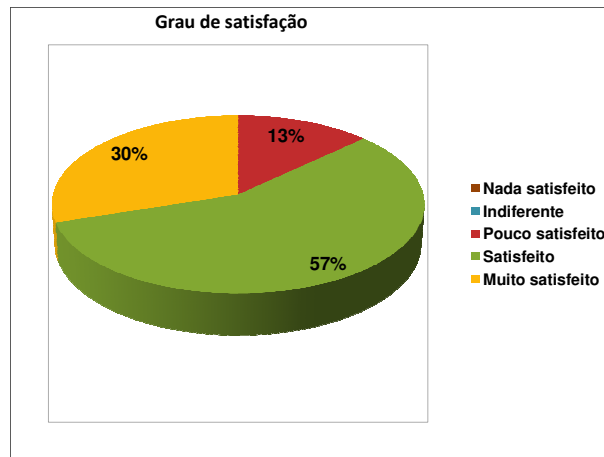
Ressalva-se que o tratamento destes dados permite fazer uma análise apenas significativa para este estudo, uma vez que uma população de 25 alunos é muito pequena para poder extrapolar para outras realidades.

### **5.1.1 Questionário A**

O questionário A (ver Apêndice I) diz respeito à actividade 2 – “O que sucede à litosfera ao nível dos limites convergentes?”, e foi respondido pelos 25 alunos da turma.

*“Gostaste de realizar esta actividade?”*

A maioria dos alunos revelou-se “satisfeito” (17 alunos – 57%) ou “muito satisfeito” (sete alunos – 30%) com a actividade 2. Três alunos (13%) referiram sentir-se pouco satisfeitos (dois alunos não responderam a esta questão) (figura 17).



**Figura 17.** Questionário A – Classificação da actividade 2 quanto ao grau de satisfação dos alunos.

*“Consideras que aprendeste novos conceitos? Se sim, dá um exemplo”*

Dos 23 alunos que responderam à questão apenas um referiu que não aprendeu novos conceitos. Dos restantes 22 alunos, um aluno aprendeu sobre “falhas inversas”, dois alunos sobre “dobras”, 11 alunos sobre forças/tensões compressivas; os restantes aprenderam sobre “deformações”, “limites”, “o interior da Terra” e “mais coisas importantes”.

*“Que dificuldade(s) encontraste?”*

Houve três alunos que não responderam a esta questão. Dos restantes 20 alunos, sete alunos referiram que não encontraram nenhuma dificuldade e três alunos “poucas dificuldades”. Dos alunos que referiram sentir dificuldades, estas foram assinaladas como sendo: “na falha inversa”, “em caracterizar a paisagem B”, “como se formam as forças compressivas”, “responder à pergunta principal”, “descobrir as consequências”, “perceber as dobras”, “encontrar o que era”, “fossas oceânicas” e “procurar um lugar para me instalar”.

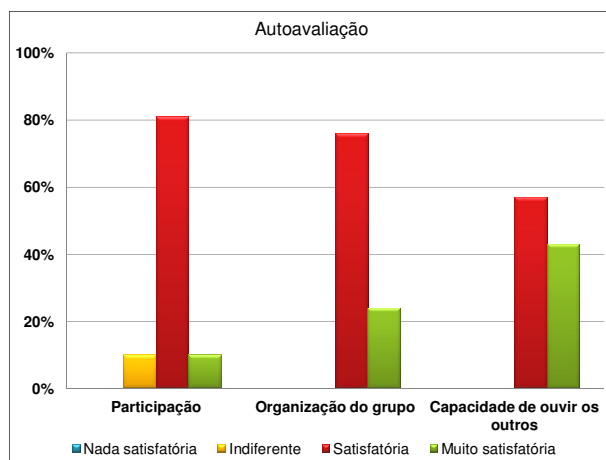
*“O que mudarias numa próxima vez?”*

Houve seis alunos que não responderam a esta questão. Onze alunos responderam que não mudariam nada, dois responderam que deviam esclarecer as suas dúvidas, outros dois que deviam prestar mais atenção e estudar mais em casa

e outros dois que se deveriam fazer mais experiências. Uma aluna referiu que gostava de fazer mais experiências e sugeria “melhor explicação”.

### *Autoavaliação*

Neste questionário houve quatro alunos que não preencheram estes parâmetros. No que diz respeito à “participação” a maioria dos alunos (17 alunos - 81%) referiu que foi “satisfatória” e dois alunos (10%) referiram que foi “muito satisfatória”, apenas dois alunos (10%) referiram que foi “indiferente”. Quanto à “organização do grupo”, 16 alunos (76%), referiram que foi “satisfatória” e cinco alunos (24%) que foi “muito satisfatória”. Doze alunos (57%), consideraram que a sua “capacidade de ouvir os outros” foi “satisfatória” e nove alunos (43%), “muito satisfatória” (figura 18).

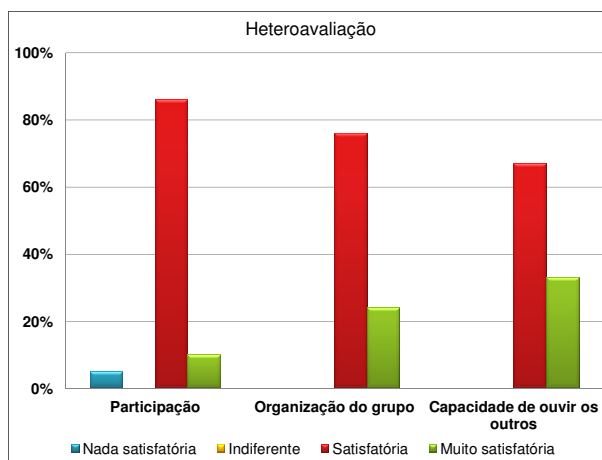


**Figura 18.** Questionário A – Autoavaliação referente à actividade 2.

### *Heteroavaliação*

Neste questionário houve quatro alunos que não preencheram estes parâmetros. A maioria dos alunos (18 alunos – 86%), considerou que a “participação” dos colegas de grupo foi “satisfatória” e dois alunos (10%) consideraram que foi “muito satisfatória”. Apenas um aluno (5%) considerou a “participação” dos colegas “nada satisfatória”. Em relação à “organização do grupo”, 16 alunos (76%) consideraram que foi “satisfatória” e cinco alunos (24%) “muito satisfatória”. Quanto à “capacidade de ouvir os outros”, 14 alunos (67%)

consideraram que foi “satisfatória” e sete alunos (33%) “muito satisfatória” (figura 19).



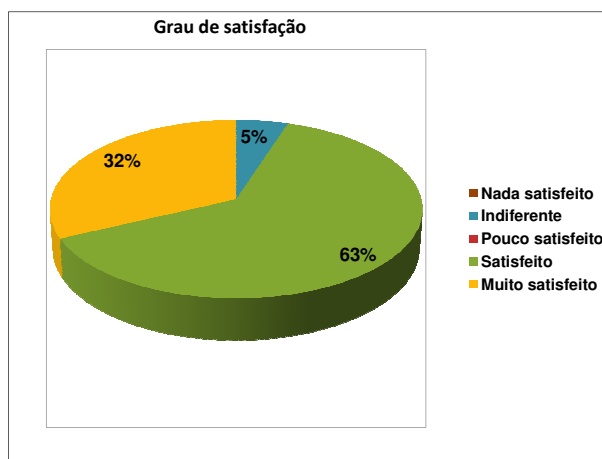
**Figura 19.** Questionário A – Heteroavaliação referente à actividade 2.

#### 5.1.1.1 Questionário B

O questionário B (ver Apêndice I) diz respeito à actividade 3 – “O que sucede à litosfera ao nível dos limites divergentes?”, e foi respondido pelos 22 alunos que assistiram à aula.

*“Gostaste de realizar esta actividade?”*

Houve dois alunos que não responderam a esta questão. A maioria dos restantes 20 alunos considerou-se “satisfeita” (12 alunos - 63%) e “muito satisfeita” (seis alunos - 32%). Apenas um aluno (5%) se sentiu “indiferente” ao realizar esta actividade (figura 20).



**Figura 20.** Questionário B – Classificação da actividade 3 quanto ao grau de satisfação dos alunos.

*“Consideras que aprendeste novos conceitos? Se sim, dá um exemplo”*

Todos os 21 alunos que responderam a esta questão referiram que aprenderam novos conceitos com a realização da actividade 3. A saber, sete alunos consideraram que aprenderam sobre “tensões/forças distensivas”, sete alunos referiram que aprenderam sobre “como se formam as falhas normais”, um aluno aprendeu sobre as “consequências dos limites divergentes” e um outro aluno refere que aprendeu “tudo”.

*“Que dificuldade(s) encontraste?”*

Esta questão não foi respondida por quatro alunos. Dos restantes 19 alunos, a maioria (12 alunos) referiu que não encontrou “nenhuma” dificuldade, três alunos referiram que sentiram dificuldade na “formulação da hipótese”, um aluno referiu que sentiu dificuldade nas “forças distensivas e compressivas”, outro em “como se formam estas falhas” e um outro refere que não compreendeu “o que sobe e o que desce” (em relação às falhas normais).

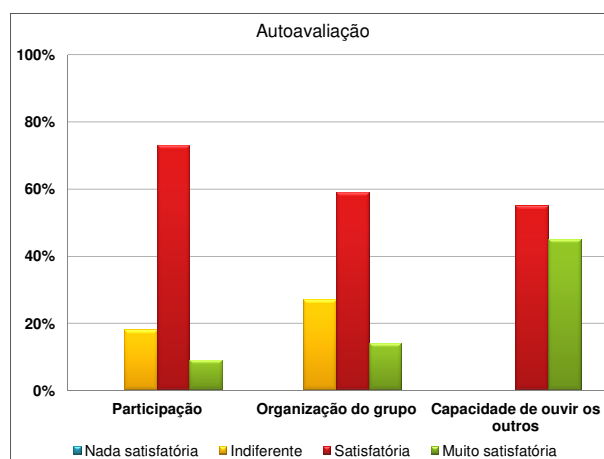
*“O que mudarias numa próxima vez?”*

A maioria dos alunos (16 alunos) respondeu que não mudaria “nada”, e três alunos responderam “fazer mais experiências”, um dos quais referiu também “melhor explicação”. Houve quatro alunos que não responderam a esta questão.

#### *Autoavaliação*

A maioria dos alunos (16 alunos – 73%) considerou que a sua “participação” na actividade 3 foi “satisfatória” e quatro alunos (18%) consideraram-na “muito satisfatória”. Dois alunos (9%) consideraram a sua “participação” na actividade como “indiferente”. Quanto à “organização do grupo” seis alunos (27%) consideraram-na “indiferente”, 13 alunos (59%) “satisfatória” e três alunos (14%) “muito satisfatória”. No que diz respeito à “capacidade de ouvir os outros”, 12 alunos (55%) consideraram que a sua atitude foi “satisfatória” e dez alunos (45%) “muito satisfatória” (figura 21). Houve três alunos que não fizeram a autoavaliação.

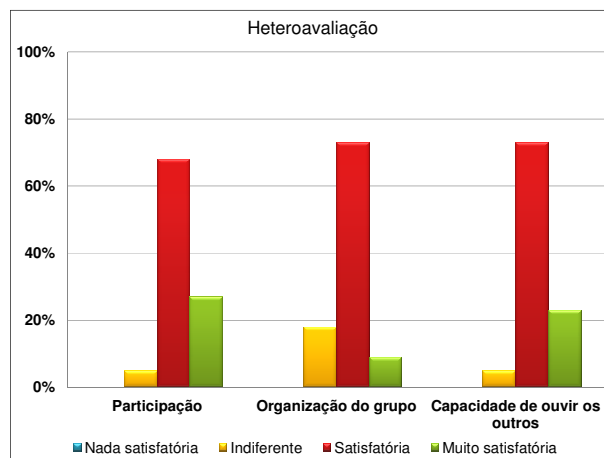




**Figura 21.** Questionário B – Autoavaliação referente à actividade 3.

### *Heteroavaliação*

A maioria dos alunos (15 alunos – 68%) considerou que os colegas participaram no trabalho de forma “satisfatória” e seis alunos (27%) de forma “muito satisfatória”. Um aluno (5%) considerou que os colegas tiveram uma “participação” “indiferente”. No que concerne ao parâmetro “organização do grupo”, a maioria considerou que foi “satisfatória” (16 alunos – 73%) ou “muito satisfatória” (dois alunos – 9%). Houve quatro alunos (18%) que consideraram a “organização do grupo” “indiferente”. Quanto à “capacidade de ouvir os outros” 16 alunos (73%) sentiram que os elementos do grupo tiveram uma prestação “satisfatória”, e cinco alunos (23%) “muito satisfatória”. Houve um aluno (5%) que considerou que o grupo mostrou uma “capacidade de ouvir os outros” “indiferente” (figura 22). Três alunos não preencheram os critérios da heteroavaliação.



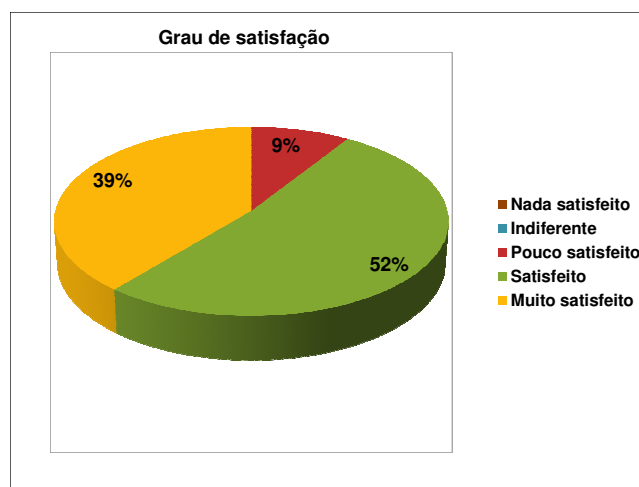
**Figura 22.** Questionário B – Heteroavaliação referente à actividade 3.

### 5.1.1.2 Questionário C

Este questionário (ver apêndice I) diz respeito à actividade 4 – “Tensões de cisalhamento – a natureza da ciência e o exemplo do Golfo de Cádiz”, e foi respondido por 23 alunos, dois alunos faltaram.

*“Gostaste de realizar esta actividade?”*

Na sua maioria os alunos mostraram-se “satisfeitos” (12 alunos – 52%), e muito satisfeitos (nove alunos – 39%) por realizar a actividade 4. Dois alunos (9%) referiram que esta actividade os satisfaz pouco (figura 23).



**Figura 23.** Questionário C – Classificação da actividade 4 quanto ao grau de satisfação dos alunos.

*“Consideras que aprendeste novos conceitos? Se sim, dá um exemplo”*

Três alunos referiram que não aprenderam conceitos novos com esta actividade. Os restantes referiram que aprenderam conceitos novos, mas só dez alunos os enumeraram. Cinco alunos aprenderam sobre “falhas de desligamento”, um aluno “que os cientistas podem ter descoberto a origem do sismo de 1755”, um aluno “que o nosso lado do Atlântico não é totalmente passivo”, outro aluno “o conceito do Golfo de Cádiz” e um outro “mais coisas novas”.

*“Que dificuldade(s) encontraste?”*

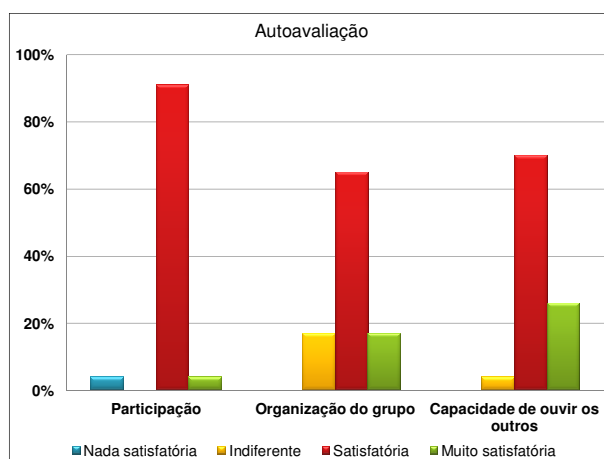
Oito alunos responderam que não tiveram “nenhuma” dificuldade na realização da actividade. No entanto, dos restantes 15 alunos, cinco alunos referiram que tiveram dificuldade “em perceber as falhas de desligamento”, quatro alunos “em alguns exercícios” da ficha, dois alunos “em responder à pergunta principal” e “na explicação para o acontecimento”, os restantes alunos “na identificação das falhas”, “a trabalhar com o grupo”, “sobre o estudo das rochas” e “tive algumas dificuldades, mas a professora esclareceu”. Houve um aluno que não respondeu a esta questão.

*“O que mudarias numa próxima vez?”*

Esta questão não foi respondida por quatro alunos. Dos restantes 19 alunos, nove referiram que não mudariam “nada” e outro que “correu tudo muito bem”. Quatro alunos referiram-se ao seu desempenho: “devia estar mais atento e esclarecer as dúvidas”, “estar mais concentrado e participar mais”. Dois alunos referiram que se deviam “fazer mais experiências”, “actividades práticas”, e outros dois alunos referiram-se à prestação do grupo, um aluno escreveu que mudaria “o grupo” e outro a “participação do grupo”.

*Autoavaliação*

A grande maioria dos alunos (21 alunos – 91%) classificou a sua “participação” na actividade 4 como “satisfatória”, um aluno (4%) classificou a sua participação como “muito satisfatória” e um outro aluno classificou-a como “nada satisfatória”. Quanto à “organização do grupo” 15 alunos (65%) consideraram que foi “satisfatória”, quatro alunos (17%) “muito satisfatória” e quatro alunos (17%) “indiferente”. Dezasseis alunos (70%) classificaram a sua capacidade de ouvir os outros de “satisfatória”, seis alunos (26%) de “muito satisfatória” e um aluno (4%) classificou-a de “indiferente” (figura 24).

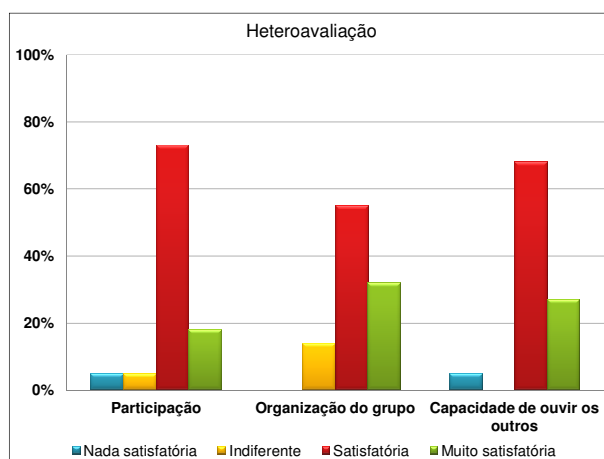


**Figura 24.** Questionário C – Autoavaliação referente à actividade 4.

### *Heteroavaliação*

Houve um aluno que não ficou satisfeito com a prestação do grupo, tendo classificado a “participação” e a “capacidade de ouvir os outros” como “nada satisfatória”, e a “organização do grupo” como “indiferente”.

Quanto à “participação” a maioria dos alunos (16 alunos – 73%) considerou que os colegas participaram de forma “satisfatória”, quatro alunos (18%) de forma “muito satisfatória”, um aluno (5%) referiu que os colegas do grupo foram “indiferentes”, e um outro que a sua participação foi “nada satisfatória”. Quanto à “organização do grupo” 12 alunos (55%) referiram que foi “satisfatória”, sete alunos “muito satisfatória” e três alunos (14%) “indiferente”. Quinze alunos (68%), consideraram que a “capacidade de ouvir os outros” foi “satisfatória”, seis alunos (27%) “muito satisfatória” e um aluno (5%) “nada satisfatória” (Figura 25).



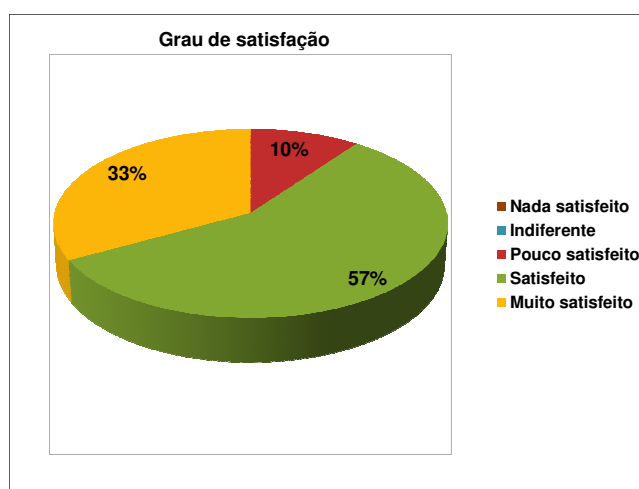
**Figura 25.** Questionário C – Heteroavaliação referente à actividade 4.

### 5.1.1.3 Questionário D

O questionário D (ver Apêndice I) diz respeito à actividade 5 – “Deformação dos materiais” e foi preenchido por 22 alunos. Houve três alunos que não responderam a este questionário, porque faltaram à aula.

*“Gostaste de realizar esta actividade?”*

A maioria dos alunos (12 alunos – 57%) sentiu-se “satisfeito” por realizar a actividade 5, sete alunos (33%) sentiram-se “muito satisfeitos” e dois alunos (10%) “pouco satisfeitos” (figura 26).



**Figura 26.** Questionário D – Classificação da actividade 5 quanto ao grau de satisfação dos alunos.

*“Consideras que aprendeste novos conceitos? Se sim, dá um exemplo”*

Com excepção de um aluno, todos os outros aprenderam conceitos novos ao realizar esta actividade. Assim, sete alunos referiram que aprenderam que as tensões, o tipo de material e a temperatura influenciam o comportamento das rochas, três alunos apenas referiram que aprenderam sobre “comportamento dos materiais”, e três alunos referiram-se aos tipos de limites e às deformações das rochas. Houve um aluno que não respondeu à questão e 7 alunos não deram um exemplo.

### *“Que dificuldade(s) encontraste?”*

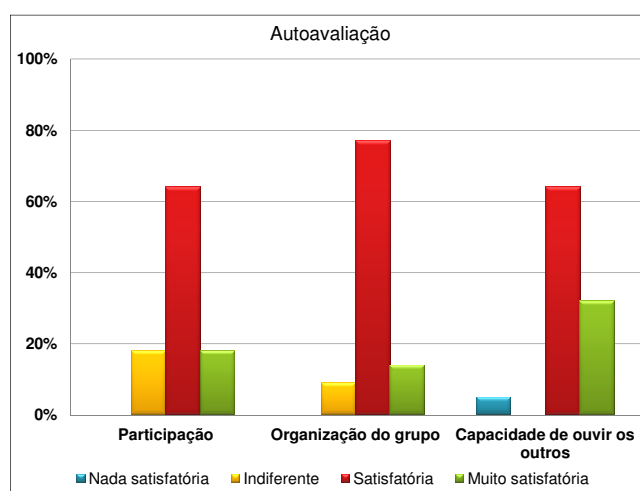
Seis alunos referiram ter sentido dificuldade na execução do relatório (“nos princípios”, “na teoria”, “fazer o relatório”), outros seis alunos referiram não ter tido dificuldades “nenhumas”. Dois alunos referiram ter sentido dificuldade em perceber o comportamento dos materiais.

### *“O que mudarias numa próxima vez?”*

Catorze alunos referiram que não mudariam “nada”. No entanto, outros referiram: “estar mais atento”, “as gomas estarem congeladas”, “trabalhar mais em grupo”, “as explicações não estavam bem claras” e “termos mais tempo”.

### *Autoavaliação*

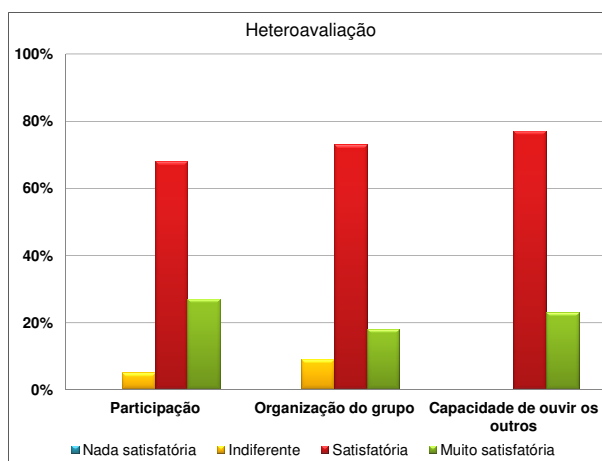
A maioria dos alunos (14 alunos – 64%) classificou a sua “participação” de “satisfatória”, quatro alunos (18%) de “muito satisfatória” e quatro alunos (18%) de “indiferente”. Quanto à “organização do grupo” também a maioria dos alunos (17 alunos – 77%) a classificou como “satisfatória”, três alunos (14%) classificaram-na como “muito satisfatória” e dois alunos (9%) como “indiferente”. Catorze alunos (64%) consideraram a sua capacidade de ouvir os outros de “satisfatória”, sete alunos (32%) consideraram-na “muito satisfatória” e um aluno (5%) de “indiferente” (figura 27).



**Figura 27.** Questionário D – Autoavaliação referente à actividade 5.

## Heteroavaliação

Quinze alunos avaliaram a “participação” dos membros do grupo como “satisfatória”, seis alunos (27%) como “muito satisfatória” e um aluno como “indiferente”. No que diz respeito à “organização do grupo”, 16 alunos (73%) classificaram-na como “satisfatória”, quatro alunos (18%) como “muito satisfatória” e dois alunos (9%) indiferente”. Dezassete alunos (77%) consideraram que o grupo teve uma capacidade de ouvir os outros “satisfatória”, e cinco alunos (23%) “muito satisfatória” (figura 28).



**Figura 28.** Questionário D – Heteroavaliação referente à actividade 5.

*De entre todas as atividades realizadas, qual foi a maior dificuldade que encontraste?*

A esta questão houve nove alunos que não responderam. Dos alunos que responderam, seis referiram que não encontraram “nenhuma” dificuldade, e dois alunos referiram “o comportamento dos materiais”. Entre os restantes foi referido: “em responder às questões das fichas”, “apresentar uma teoria”, “os conceitos” (referentes ao relatório), “quando me disseram para fazer de monólogo”.

*De entre todas as atividades realizadas, o que mais gostaste e o que menos gostaste de fazer?*

Houve nove alunos que não responderam ao que mais gostaram de fazer. Dos restantes 14 alunos, quatro alunos referiram que o que mais gostaram foi a “parte prática” e as “experiências”, cinco alunos a última actividade, de deformação dos materiais: “testar os materiais” e “as tensões nos objectos”, “da última

actividade, o resto foi normal”, “dobrar a goma”; três alunos referiram que gostaram de “tudo”.

Houve 15 alunos que não responderam à questão sobre o que menos gostaram de fazer. Apenas sete alunos o fizeram, dois dos quais referiram que não gostaram de “fazer o relatório”, outros dois que não gostaram “da primeira actividade”, e os dois restantes referiram: “não gostei de estar a pensar muito”, “a maneira da professora se expressar” e não houve “nada” de que não tivesse gostado.

*De entre todas as atividades realizadas, o que consideras que mais contribuiu para as tuas aprendizagens?*

Doze alunos não responderam a esta questão. Dos restantes nove alunos, dois referiram que “tudo” contribuiu para as suas aprendizagens, dois referiram que o que mais contribuiu foram as “actividades práticas” e “as actividades práticas e as fichas”, e outros dois alunos referiram “conheci coisas novas” e “ter mais conhecimento”. Os restantes alunos referiram que o que mais contribuiu para as suas aprendizagens foram “as dobras e tensões”, “este trabalho” (deformação dos materiais) e um aluno referiu que “não sei”.

#### **5.1.1.4 Relatório em V**

O relatório em V de Gowin foi realizado na aula seguinte à aula prática de deformação de materiais e diz respeito a essa mesma actividade prática. Os alunos receberam uma folha na qual deveriam fazer o seu registo, no verso da folha constava uma breve explicação de como se elabora um relatório deste tipo (ver Apêndice G). Uma vez que os alunos não puderam terminar o relatório em aula e acabaram por também não o fazer em casa, apenas se faz uma apreciação global e qualitativa dos mesmos na tabela 4.



**Tabela 4.** Avaliação qualitativa dos tópicos do relatório em V de Gowin

<b>Tópico</b>	<b>Avaliação qualitativa</b>
<b>Teoria</b>	Os alunos apresentaram alguma dificuldade na compreensão deste tópico, mas à exceção de dois casos, definiram-no correctamente.
<b>Princípios</b>	Cerca de metade dos alunos não preencheu este campo. Os alunos que o fizeram sentiram muitas dificuldades em perceber o que era pedido, e depois de alguma explicação acabaram por o fazer mas com bastantes incorrecções, nomeadamente no que diz respeito à relação entre os tópicos abordados.
<b>Conceitos</b>	Cerca de metade dos alunos preencheu correctamente este campo, no entanto os que o fizeram tiveram ajuda da professora.
<b>Procedimento</b>	Neste campo não houve dificuldade, uma vez que os alunos o copiaram do quadro.
<b>Resultados</b>	Uma vez que a tabela de registo dos resultados já estava feita, os alunos não sentiram grande dificuldade, pois apenas tiveram de a preencher. Os esquemas estavam, no global, bem elaborados e na maioria dos casos não houve incorrecções.
<b>Interpretação de resultados</b>	Os alunos sentiram muita dificuldade em fazer o registo da interpretação dos resultados. Apenas um aluno apresentou um discurso coerente e perceptível, se bem que incompleto. Cerca de metade dos alunos conseguiu de alguma forma expor uma ideia, mas nem sempre coerente e sempre muito incompleta.
<b>Conclusões</b>	Os alunos sentiram muita dificuldade em responder à questão problema, relacionando os resultados da experiência com o comportamento do material rochoso. Apenas três alunos que estavam no mesmo grupo conseguiram fazê-lo mas com uma expressão escrita pouco coerente.

### 5.1.1.5 Teste de avaliação sumativa

O teste de avaliação sumativa (ver Apêndice J) foi realizado por 20 alunos, os restantes cinco alunos da turma faltaram nesse dia. Para este estudo apenas irão ser tratados e analisados os resultados referentes ao grupo II do teste, uma vez que esse conjunto de questões incidiu sobre a temática “ocorrência de dobras e falhas”, que é o tema desta intervenção. Este grupo de perguntas incluiu sete questões simples e duas questões complexas. A sua correcção bem como os critérios de avaliação estão discriminados no Apêndice K. Na tabela 5 apresentam-se as cotações atribuídas a cada uma das questões, por aluno (as questões complexas estão representadas a verde). Nas respostas às questões do grupo II, os alunos obtiveram uma média de 18,75%, em 34%.

**Tabela 5.** Cotações atribuídas a cada aluno, em cada uma das questões (a verde estão representadas as questões complexas)

Questão	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	TOTAL
Cotação (%)	2	3	8	2	3	3	4	3	6	34%
Aluno										
A	2	3	0	1	1,5	0	0	3	0	10,5
B	2	3	3	2	3	0	4	3	6	26
C	2	3	4	2	3	3	0	3	6	26
D	2	3	2	2	2	0	0	0	2	13
E	2	0	3	2	0	0	0	3	6	16
F	2	3	4	2	2	2,5	4	3	2	24,5
G	0	3	3	1	1,5	0	0	0	0	8,8
H	0	0	0	0	3	2,5	0	0	3	8,5
I	2	3	4	0	3	3	4	3	6	28
J	2	3	0	1	1,5	1,5	2	3	6	20
K	2	3	4	1	1,5	0	0	3	6	20,5
L	2	3	7	1	1,5	2,5	0	3	6	26
M	2	3	2	1	1,5	3	4	0	6	22,5
N	2	3	0	1	1,5	1,5	0	3	4	16
O	2	3	4	0	1,5	3	0	3	6	22,5
P	2	3	4	1	1,5	2,5	0	3	6	23
Q	2	3	2	1	0	0	0	0	6	14
R	2	0	4	2	1,5	2,5	1,5	0	6	19,5
S	2	3	0	1	1,5	1,5	0	0	0	9
T	2	3	4	0	1,5	1,5	0	3	6	21

As questões simples dividiram-se em: perguntas de aplicação, nas quais os alunos tiveram de desenhar o sentido de tensões (questões 1.1 e 2.1), questões de escolha múltipla (1.2 e 2.5) e questões de resposta curta (2.2, 2.3 e 2.4). Este grupo de perguntas ainda continha duas questões complexas (1.3 e 2.6).

Nas tabelas 6, 7, 8 e 9 representam-se as frequências de resposta às questões do grupo II do teste de avaliação.

A tabela 6 mostra as frequências de resposta às questões de aplicação, 1.1 e 2.1. Na questão 1.1 houve 90% de sucesso nas respostas, tendo apenas dois alunos errado. Na questão 2.1, 50% dos alunos (10 alunos) responderam acertadamente a metade da questão, tendo apenas desenhado correctamente a tensão compressiva correspondente à formação da dobra, 30% (seis alunos) acertaram a questão completamente e 20% (quatro alunos) erraram ao desenhar as duas tensões.

**Tabela 6.** Frequências de resposta às questões de aplicação

Perguntas de aplicação	Errada	1/2 Certa	Certa
1.1	2	0	18
2.1	4	10	6

A tabela 7 mostra a frequência de resposta às questões de escolha múltipla, 1.2 e 2.5. Na questão 1.2, 85% dos alunos (17 alunos) responderam correctamente, e na questão 2.5, 65% dos alunos (13 alunos) responderam correctamente.

**Tabela 7.** Frequências de resposta às questões de escolha múltipla

Perguntas de escolha múltipla	Errada	Certa
1.2	3	17
2.5	7	13

Na tabela 8 apresentam-se os resultados das questões de resposta curta, 2.2, 2.3 e 2.4. Estas foram classificadas tendo em consideração os seguintes critérios: se o aluno apresentava na resposta um tópico com incorrecções (1tci), dois tópicos com incorrecções (2tci) ou os dois tópicos sem incorrecções. Verifica-se que na pergunta 2.2 60% dos alunos (12 alunos) apresentaram um tópico com incorrecções, na questão 2.3, 35% dos alunos (sete alunos) erraram ou não

responderam, e 45% (nove alunos) apresentaram dois tópicos de resposta, mas apenas 20% (quatro alunos) o fizeram sem incorrecções. A questão 2.4 foi a que obteve maior grau de insucesso, tendo 70% dos alunos (14 alunos) respondido erradamente e apenas 20% dos alunos (cinco alunos) abordaram os dois tópicos da resposta.

**Tabela 8.** Frequências de resposta às questões de resposta curta: 1tci – 1 tópico com incorrecções; 2tci – 2 tópicos com incorrecções; 2tsi – 2 tópicos sem incorrecções

Perguntas de resposta curta	Errada	1tci	2tci	2tsi
2.2	2	12	2	4
2.3	7	4	5	4
2.4	14	1	1	4

Na tabela 9 apresentam-se as frequências de resposta relativas às questões complexas (1.3 e 2.6). Nestas questões foram contemplados, respectivamente, três tópicos de resposta e dois tópicos de resposta, nas questões 1.3 e 2.6. Assim, os alunos foram classificados tendo em consideração os tópicos que abordaram na sua resposta, a saber: um tópico com incorrecções (1tci), um tópico sem incorrecções (1tsi), dois tópicos com incorrecções (2tci), dois tópicos sem incorrecções (2tsi), três tópicos com incorrecções (3tci) e três tópicos sem incorrecções (3tsi). Na questão 1.3, 40 % dos alunos (oito alunos) apresentaram dois tópicos de resposta com incorrecções, e apenas um aluno (5%) apresentou os três tópicos de resposta, no entanto apresentava algumas incorrecções. Quanto à questão 2.6, 70% dos alunos (14 alunos) apresentaram os dois tópicos de resposta, mas um deles apresentou incorrecções.

**Tabela 9.** Frequências de resposta às questões de resposta curta: 1tci – 1 tópico com incorrecções; 2tci – 2 tópicos com incorrecções; 2tsi – 2 tópicos sem incorrecções; 3tci - tópicos com incorrecções; 3tsi – 3 tópicos sem incorrecções

Perguntas complexas	Errada	1tci	1tsi	2tci	2tsi	3tci	3tsi
1.3	5	3	3	8	0	1	0
2.6	3	2	1	1	13	-	-

## **5.2 Análise e discussão dos dados**

Importa neste ponto lembrar que o principal objectivo deste estudo foi o de “Avaliar o contributo das atividades investigativas (IBSE) na aprendizagem de conhecimentos relacionados com a temática - Ocorrência de Dobras e Falhas, em alunos do 7º ano de escolaridade”. Assim, nesta última parte deste capítulo faz-se a análise e a interpretação dos dados com o intuito de responder às questões orientadoras desta investigação. As observações efectuadas em sala de aula serviram de base para interpretar todos os resultados, e por conseguinte estão inerentes a toda a discussão ao longo deste ponto.

### **5.2.1 De que forma poderão as atividades práticas de cariz investigativo envolver e motivar os alunos nas suas aprendizagens?**

Os momentos que aparentemente mais motivaram os alunos ocorreram quando foram utilizados materiais e dispositivos diferentes, como aconteceu nas aulas em que foram simuladas as falhas inversas e as dobras, as falhas normais, e o comportamento de diferentes materiais aquando da aplicação de uma tensão, actividades 2, 3 e 5, respectivamente.

A análise do grau de satisfação dos alunos com cada uma das actividades revela que foi a actividade 4, aquela em que mais alunos se sentiram “muito satisfeitos” (nove alunos). Esta tarefa incidiu sobre a problemática do Golfo de Cádiz em que se discutiram assuntos controversos e da ordem do dia, relacionados com a natureza da ciência. Curiosamente, foi na actividade 5 que mais alunos sentiram que a sua participação foi “muito satisfatória” (quatro alunos) e também quatro alunos sentiram que a sua participação foi “indiferente”. Esta, envolveu o manuseamento de materiais “diferentes” dos que os alunos habitualmente utilizam em sala de aula (as gomas, os elásticos, o pau de giz), o que permitiu captar de imediato a atenção dos alunos. Apesar de tudo houve um aluno (H) que considerou que a sua “participação” em todas as actividades foi “indiferente”, por conseguinte considero que em nenhuma ocasião terá ficado motivado. O aluno em causa revelou falta de empenho ao longo de todas as aulas, nas quais adoptou uma postura de desinteresse, sem alguma vez se esforçar por realizar os exercícios ou participar nas discussões. Este comportamento é concordante com o que o aluno

tem vindo a demonstrar ao longo de todo o ano lectivo, tanto nesta disciplina como em todas as outras, e esta intervenção lectiva em nada alterou a sua atitude. Apesar de por algumas vezes lhe ter sido dada uma atenção diferente, quer quando lhe atribui a tarefa de comprimir a caixa de deformação, quando o questioneei acerca das dúvidas que tinha referido no questionário, quando no final de uma aula conversei com ele e o alertei para a necessidade de estar atento e participar nas actividades com os colegas. Este desinteresse foi revelado pelo teste sumativo em que este aluno obteve apenas 25,5%, o que mostra que não houve empenho algum. Trata-se de um aluno brasileiro e que ao que parece não compreende bem o português, no entanto, nem o próprio mostra esforço, nem a escola, nem a própria mãe, que já foi chamada pela directora de turma, dão uma resposta a esta situação, por isso, em contexto de sala de aula o professor torna-se impotente na resolução deste problema.

Ocorreu uma situação curiosa e digna de registo com um aluno (E). Este aluno que sempre pareceu desmotivado, cabisbaixo e alheado, referiu, em resposta ao questionário A, ter uma dúvida sobre “dobras”. Na aula seguinte o aluno foi chamado ao quadro para analisar uma fotografia e identificar as dobras presentes na rocha. Após este momento, o aluno mudou. A sua postura nas aulas deixou de ser de total indiferença, e foi estando cada vez mais envolvido. Nas últimas duas aulas, em que trabalhou num grupo diferente, interagiu com os colegas, o que ainda não tinha acontecido. Importa salientar que este teste de avaliação sumativa foi o primeiro, desde o início do ano, em que o aluno teve uma nota positiva.

Durante a execução das fichas, a maioria dos alunos mostrou-se motivada, uma vez que em cada uma das fichas lhes foi proposto um desafio. A minha análise desta situações mostra que se for atribuída ao aluno uma tarefa desafiante, o aluno fica motivado com vontade de resolver os problemas e/ou os exercícios. Houve um aluno que referiu no questionário que não gostou “de ter de pensar muito”, mas no global, os alunos intervenientes neste estudo, mesmo nas ocasiões em que sentiram dificuldades, esforçaram-se por ultrapassá-las, na maioria das vezes solicitando ajuda à professora, mas mantendo a motivação. Com excepção do aluno (H) já referido anteriormente, que referiu frequentemente no questionário que deveria prestar mais atenção nas aulas.

Nos vários questionários os alunos referem que o que mais gostaram foi “a actividade prática” e que gostariam de fazer mais actividades práticas ou

experiências. Em nenhuma ocasião foi referido que não gostam de realizar actividades práticas.

Deste modo, atribuir aos alunos um papel activo durante as aulas, através da realização de tarefas desafiantes, permite que estes se vão motivando, desenvolvendo uma melhor aprendizagem, e construindo o seu conhecimento. A minha interpretação permite concluir que atribuir aos alunos tarefas distintas e diferenciadas ao longo das sequências didácticas permite criar várias situações em que o “factor novidade”, funciona, por si só como gerador de motivação. Também a utilização de materiais diversos, que os alunos possam manipular permite gerar motivação e aprendizagens significativas, como foi o caso do manuseamento da plasticina na actividade 2, em que os alunos formaram dobras. No teste de avaliação, a taxa de sucesso na resposta à questão em que se pedia para os alunos desenharem o sentido das tensões que deram origem à formação de uma dobra, foi de 80%. Também na questão 2.6, em que era pedido ao aluno que previsse o que sucederia à rocha dobrada se a tensão aumentasse, 85% dos alunos deram uma resposta acertada, apesar de só 70% dos alunos terem abordado os dois tópicos da resposta.

### **5.2.2 De que forma as actividades de cariz investigativo contribuem para os alunos desenvolverem competências ao nível do conhecimento, substantivo e processual, e da comunicação?**

Nesta investigação recolheram-se dados que permitem compreender de que forma os alunos desenvolveram competências ao nível dos conhecimentos substantivo e processual e ao nível da comunicação.

#### **5.2.2.1 *Conhecimento substantivo***

O conhecimento adquirido pelos alunos pode ser avaliado através a análise dos questionários, do relatório em V de Gowin e do teste de avaliação sumativa. A globalidade dos alunos considerou que aprendeu novos conceitos ao longo das actividades. Na actividade 4 referente às falhas de desligamento e à natureza da ciência houve quatro alunos que referiram que não aprenderam conceitos novos. Os exemplos dados pelos alunos revelaram que houve aquisição de conhecimentos

referentes aos conceitos abordados na aula em causa. Ao longo das aulas, através da interacção estabelecida com a professora enquanto os alunos executavam as tarefas e também em momentos mais expositivos em que eram questionados, os alunos mostraram estar a seguir os raciocínios e a relacionar os conceitos com os acontecimentos, apesar das dificuldades de expressão de alguns alunos.

Os resultados obtidos no teste de avaliação sumativa referentes ao Grupo II, mostram uma média positiva (18,75%, em 34%). Pode verificar-se que as questões em que mais alunos erraram foram questões simples, de memorização e compreensão, o que mostra que apesar de ter havido compreensão dos conceitos durante as aulas, estes não foram adquiridos, não tendo havido aprendizagem significativa, por outro lado também revela que os alunos não realizaram um estudo profícuo para se prepararem para o teste. É o caso da questão 2.4, que pedia para identificarem o tipo de comportamento do material rochoso, à qual 14 alunos deram uma resposta errada. Também, na questão 1.3, de resposta complexa, os alunos deveriam ter conseguido relacionar a idade da litosfera em dois locais diferentes, mais perto e mais afastada do rifte, apenas um aluno abordou os três tópicos de resposta, cinco alunos não responderam, quatro alunos abordaram um dos tópicos da resposta e oito alunos dois tópicos, mas nenhum conseguiu escrever uma resposta bem formulada. Contudo, na segunda questão complexa (2.6. - Prevê, justificando, o que poderá acontecer às rochas da imagem B (rochas dobradas) se a intensidade da tensão aumentar), 17, dos 20 alunos, responderam acertadamente, o que mostra que este foi um conhecimento adquirido.

#### ***5.2.2.2 Conhecimento processual***

As actividades que os alunos executaram ao longo desta intervenção tiveram um enfoque no desenvolvimento de competências de conhecimento processual. Os alunos observaram e analisaram imagens fotográficas, interpretaram representações gráficas (esquemas e mapas), e elaboraram esquemas de observação.

A observação e a análise de fotografias não suscitaram grandes dificuldades, tendo sido bem conseguidas pela maioria dos alunos. Na elaboração de esquemas de observação notou-se uma evolução ao longo da intervenção, principalmente no que respeita à autonomia na sua elaboração. Na primeira situação em que era solicitado o registo de observações mediante um esquema,



quase todos os alunos sentiram dificuldade, pois não sabiam o que significava “fazer um esquema”. Na aula em que trabalharam sobre o comportamento dos materiais, os alunos estavam mais confiantes, e muitos dos esquemas estavam bastante elucidativos.

Na actividade 5 – deformação dos materiais, os alunos executaram uma pequena experiência com base num protocolo simples. O protocolo ajudou-os a seguir um raciocínio e serviu de base para preencherem o relatório em V de Gowin. À medida que os resultados surgiam iam sendo discutidos em grande grupo. Nesse momento os alunos iam interagindo com a professora o que permitiu perceber que estavam envolvidos e a seguir um raciocínio.

### **5.2.2.3 Comunicação**

Todas as tarefas visaram que os alunos adquirissem competências ao nível da comunicação, quer oral, quer escrita. Ao nível da comunicação oral, os alunos apresentaram algumas dificuldades na expressão e na comunicação de ideias. Estas dificuldades foram sentidas, em particular, durante as discussões em grupo e na formulação de hipóteses, mas também durante a interacção professora-aluno. No que concerne a comunicação escrita, esta foi avaliada durante a execução das actividades, através do relatório em V e da ficha de avaliação sumativa. Durante a execução das fichas os alunos sentiram algumas dificuldades, pelo que por várias vezes chamaram a professora com o intuito de os ajudar na redacção das respostas. A elaboração do relatório em V de Gowin foi uma tarefa árdua para todos os alunos. Apesar de, na globalidade dos casos, terem compreendido como deveriam redigi-lo não o concretizaram da melhor forma, pois a expressão escrita revelou-se muito fraca. A avaliação, na íntegra, dos testes sumativos, permitiu verificar uma evolução bastante positiva ao nível da expressão escrita. Os alunos apresentaram menos erros gramaticais e de sintaxe, em comparação com testes anteriores e com todos os registos que fui analisando nos cadernos diários ao longo de todo o ano lectivo. De qualquer forma a comunicação, tanto oral como escrita, continua a carecer de investimento para que estas competências possam vir a ser mais desenvolvidas ao longo do percurso escolar destes alunos.

### **5.2.3 Que dificuldades apresentam os alunos ao desenvolverem atividades investigativas?**

No decorrer de toda a intervenção os alunos apresentaram algumas dificuldades na compreensão dos fenómenos geológicos que estão na origem da formação de dobras e falhas, tendo sido os tópicos mais referidos nos questionários. Em relação às actividades investigativas, os alunos referiram, nos questionários, que sentiram dificuldades em trabalhar com os colegas de grupo, em responder às questões problema, em formular as hipóteses e na elaboração do relatório. Estas dificuldades foram apresentadas no questionário, cada uma delas, por um aluno apenas, mas no decorrer das aulas, estas mesmas dificuldades, foram sentidas por quase todos os alunos. Por esse motivo, e também por falta de autonomia, durante a realização dos exercícios os alunos solicitaram ajuda, constantemente. Um outro factor que foi muito preponderante durante a realização das actividades foi a dificuldade que os alunos sentiram em trabalhar em grupo. Muitos dos alunos não queriam partilhar as suas ideias, outros tinham dificuldade em transmiti-las e outros limitavam-se a perturbar os colegas, e só com alguma insistência da professora (que nem sempre resultou) e a alteração dos grupos de trabalho, é que muitos grupos concretizaram esta parte tão importante, a da discussão de ideias. Por outro lado, a falta de hábitos de raciocínio, como a formulação de hipóteses, torna mais difícil a concretização de tarefas do tipo investigativo, e por isso muitas vezes os alunos se sentem relutantes em fazê-lo. Fica o exemplo de um aluno que referiu que do que menos gostou foi “ter de pensar muito”. Porém, também a este nível se nota uma clara evolução da maioria destes alunos, em relação ao início do ano lectivo.

Todos os alunos sentiram muita dificuldade na realização do relatório em V de Gowin, e em todos os relatórios houve incorrecções e lacunas. Os alunos sentiram muita dificuldade na resposta à questão problema e na interpretação dos resultados.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este último capítulo divide-se em quatro partes. Na primeira apresentam-se as principais conclusões, na segunda uma reflexão final, e nas duas últimas as limitações desta investigação e algumas propostas para estudos futuros.

### 6.1 Conclusões

Este trabalho de prática supervisionada teve como objectivo avaliar o contributo das actividades investigativas na aprendizagem de conhecimentos relacionados com a temática “ocorrência de dobras e falhas”, em alunos do 7º ano de escolaridade. Assim, foi idealizada uma sequência didáctica com base numa questão problema: “*Quais as consequências das forças resultantes dos movimentos das placas litosféricas?*” que foi sendo respondida pelos alunos, com ajuda da professora, através de actividades práticas. Estas actividades foram concebidas tendo como objectivo conhecer as dificuldades dos alunos, o seu grau de motivação e o desenvolvimento do leque de competências preconizadas nas Orientações Curriculares, e tendo em consideração as Metas Curriculares a alcançar. No âmbito desta investigação foram avaliadas as competências de conhecimento substantivo e processual, e de comunicação. Para tal os alunos preencheram quatro questionários, elaboraram um relatório em V de Gowin e executaram um teste de avaliação sumativa.

A questão problema inicial e orientadora da sequência didáctica foi dividida em sub-problemas, cada um correspondente a um tema e a uma actividade. A planificação teve em consideração a necessidade de começar cada aula com uma síntese e/ou questionamento acerca da aula anterior, e também lembrando várias vezes o sub-problema orientador de cada tema, pois tal como afirma a teoria de Ausubel a utilização de organizadores prévios permite ancorar os novos conhecimentos àquilo que o aluno já sabe, tornando assim estas aprendizagens significativas.

Todas as actividades foram feitas a pares ou em grupo, conforme a aula decorreu em sala de aula comum ou no laboratório, respectivamente. Nas aulas que decorreram no laboratório foi pedido aos alunos que trabalhassem de uma

forma cooperativa, o que infelizmente na maioria dos casos não aconteceu, ou por os alunos serem conflituosos ou por se recusarem a discutir as suas ideias, ou ainda a participar nas actividades. Para atenuar os atritos que se geraram em algumas situações a maioria dos grupos sofreu alterações na sua constituição, o que se revelou bastante benéfico para quase todos os grupos. Por este motivo, apenas nas duas últimas actividades foi possível criar um verdadeiro ambiente de cooperação, como preconizado por Bruner, Vygotsky, e nas Orientações Curriculares.

Uma das exigências para se ser um cidadão literato em ciências passa pela capacidade de pensar de uma forma criativa e crítica. Deste modo torna-se importante que o ensino das ciências se baseie na resolução de problemas contextualizados para que façam sentido ao aluno, e o processo de construção de conhecimento aconteça de uma forma natural e eficaz. Sabendo que a capacidade de colocar questões e a aquisição das capacidades investigativas advêm da experiência e acontecem de uma forma gradual, as sequências didáticas deverão ser planificadas de forma a que haja um aumento gradual da complexidade das actividades propostas (Hofstein et al., 2005; Bolacha et al., 2010), a par com o incremento da autonomia dos alunos e das suas capacidades investigativas. Por esta razão e sabendo que estes alunos estão ainda com um nível de autonomia e de desenvolvimento destas capacidades investigativas, baixo, as actividades propostas foram muito direccionadas pelo professor.

As aulas em que os alunos estiveram mais motivados e envolvidos foram as aulas em que se utilizou a caixa de deformação, e a aula em que manipularam diferentes materiais, aplicando diferentes tensões. Esta aula, em particular, foi também geradora de aprendizagens significativas, pois os alunos envolveram-se activamente a vários níveis (cognitivo, físico e emocional). Podendo tal dever-se ao facto de todos terem manipulado os materiais, registado os resultados, e redigido o relatório.

A aula/actividade de que mais alunos gostaram foi a que se relacionou com a natureza da ciência. Nesta os alunos analisaram mapas e levantaram hipóteses, e para o fazerem tiveram de usar conhecimentos anteriores. Mas, do que mais gostaram foi de conhecerem como funciona toda a construção do conhecimento científico, desde as campanhas de amostragem até à polémica das conclusões finais, pois contradizem o que vem descrito em alguns livros. Assim, é possível

concluir que também é necessário, e gerador de motivação, apresentar aos alunos os bastidores da ciência, em particular quando o assunto é controverso. No entanto, nem sempre se consegue que todos os alunos fiquem motivados, pois, tal como referem Ausubel (em Praia, 2000) e Cavas (2011), o aluno deve estar predisposto a aprender, deve ter uma motivação intrínseca, além de toda a motivação extrínseca, que depende do professor e do ambiente em sala de aula. Por outro lado, determinados alunos mais tímidos e mais inseguros necessitam que o professor os valorize e lhes dê o apoio de que carecem, sendo dessa forma possível cativá-los gerando motivação, envolvimento, desenvolvimento de competências várias, entre as quais conhecimento substantivo, o que lhes permite obter resultados positivos nas avaliações sumativas. Segundo Cavas (2011), quando o aluno possui um grau elevado de motivação, passa a ter uma atitude positiva perante a ciência, o que ajuda na aquisição de conhecimento substantivos.

As competências processuais a par com as investigativas, vão sendo desenvolvidas de forma gradual e de um modo cada vez mais eficiente à medida que os alunos vão ganhando experiência. Este facto foi demonstrado, em particular, na elaboração dos esquemas, onde se notou uma clara evolução desde a primeira actividade até à última.

Uma das críticas feita à teoria de Piaget refere que apesar de as crianças poderem desenvolver capacidades de resolução de problemas a níveis cognitivos elevados podem não ter as competências de expressão que lhes permitam demonstrar essa sua competência (Meece, 2002). Esta premissa foi verificada neste estudo. A estratégia utilizada nas aulas de ciências desde o início do ano tem-se baseado na resolução de problemas, e tem sido possível verificar uma clara evolução nas competências de raciocínio, na generalidade dos alunos da turma. Porém, a análise dos relatórios e das respostas do teste sumativo permitiu compreender que as grandes lacunas que apresentam ao nível da expressão escrita dificultam a organização dos raciocínios, não lhes permitindo alcançar melhores resultados. Por isso, deve continuar a haver um grande investimento por parte dos professores para que estes alunos continuem a desenvolver as competências de comunicação, tanto escrita como oral. Da sequência didáctica aqui proposta consta a elaboração de um relatório em V de Gowin, que teve como objectivo colmatar esta dificuldade, mas não foi bem sucedida. Os fracos resultados obtidos podiam ter sido atenuados se tivesse sido despendida mais uma aula de

trabalho acompanhado, deste modo todos os alunos tinham tido tempo em aula para aperfeiçoar o seu trabalho (com auxílio da professora) depois de obter o *feedback*. Esta foi uma das tarefas em que os alunos sentiram mais dificuldades. Mas não só, no global, as discussões em grupo também causaram celeuma, uma vez que muitos dos elementos dos grupos não aceitavam partilhar as suas ideias com os colegas enquanto outros perturbavam o funcionamento do grupo. No decorrer das actividades os alunos sentiram dificuldades na formulação de alguns problemas e na formulação das hipóteses, e também em responder às questões problema. Todas estas dificuldades serão atenuadas ao longo do tempo e à medida que os alunos desenvolvem as competências inerentes às actividades investigativas.

## **6.2 Reflexão Final**

A intervenção lectiva aqui descrita foi extremamente profícua, em particular para a minha futura prática docente. O facto de ter assistido a quase todas as aulas desde o início do ano até ao início da minha intervenção, e ter auxiliado os alunos nas actividades práticas permitiu conhecê-los, e que me conhecessem a mim. Este facto permitiu, por um lado, que os alunos se tivessem sentido mais à vontade tendo cooperado com o trabalho proposto durante as aulas, e por outro lado eu própria já estava alerta para algumas das suas necessidades e dificuldades individuais, o que me permitiu dar atenção especial a certas situações, e ajustar os grupos de trabalho. No entanto, senti um constrangimento muito grande pelo facto de fazer a intervenção numa turma que não era “minha” e por isso sei que a minha prestação não foi a melhor, uma vez que em todas as aulas senti que estava a invadir um espaço e tinha de proceder em conformidade com o trabalho de outrem. Julgo que este devia ser um factor a melhorar nos mestrados em ensino.

Uma das maiores limitações ao trabalho do professor é o “tempo”. Tempo para planificar e preparar todas as aulas, tempo em sala de aula, tempo para reflectir e ainda fazer ajustes à planificação antes da aula seguinte. Este constrangimento vem condicionar o bom desempenho do docente, pois na maioria das vezes o professor do 3º ciclo tem a seu cargo cinco, ou eventualmente mais, turmas, e de anos diferentes, o que dificulta e torna mesmo impeditivo, fazer uma reflexão crítica de todas as aulas e propor melhorias para as aplicar nas aulas

seguintes. Esta “falta de tempo” dificulta ainda a planificação de aulas de cariz investigativo, pois para o fazer é necessário estruturar o ensino adequadamente, quebrando paradigmas (os nossos). E só é possível fazê-lo, se houver tempo para pensar, elaborar e reflectir. A meu ver, o ideal seria que se formasse uma verdadeira equipa de trabalho que preparasse e estruturasse aulas com actividades IBSE. Para tal acontecer todos os membros da equipa têm de seguir o mesmo ideal de ensino. Isto parece-me que é o mais difícil neste “mundo”. Cada professor tem a sua própria visão do que é o ensino, e por isso em cada estabelecimento cada um “faz as coisas” à sua maneira. Não são suficientes as directrizes que chegam do Ministério, que à partida serão concordantes com os estudos mais actuais, é necessário que cada Escola adopte um método de ensino que seja seguido por todos os seus colaboradores. Também o tempo em sala de aula é algo muito difícil de gerir, em particular quando os alunos não realizam as tarefas propostas no período contemplado, acabando por se deixar para a aula seguinte as tarefas inacabadas. A gestão da planificação ao longo do tempo não deve permitir que haja um acumular sucessivo de tarefas e conteúdos, porque se cai facilmente num programa inacabado, com prejuízo para os alunos. Uma outra tarefa a realizar pelo professor em sala de aula é a verificação do trabalho dos alunos. Nesta intervenção esta foi uma tarefa que nem sempre cumpri como devia, isto porque como quase todos os alunos sentiam dificuldades não era possível verificar individualmente os seus registos e dar continuidade às tarefas. Em todo o processo de implementação destas actividades o que foi mais difícil de concretizar foi a discussão das hipóteses. Por um lado, porque nem sempre consegui explorá-las da melhor forma, pois sinto dificuldade em colocar questões que não induzam a resposta num espaço de tempo extremamente reduzido. Por outro lado, houve ocasiões em que a discussão das hipóteses não decorreu para a turma mas sim apenas dentro de cada grupo. Estes são pontos que devo melhorar, mas só o conseguirei com a prática. Outro ponto que devo ter atenção é à firmeza. Em aula o professor deve ser assertivo e estabelecer muito bem os limites para que se crie um bom ambiente de trabalho.

Contingências várias levaram a que a minha intervenção tivesse sido interrompida inesperadamente, por um período de três semanas, contrariamente ao que tinha sido planeado. Esse facto levou a que os alunos, na sétima aula, tivessem perdido parte do seu envolvimento, e tivesse que ter sido despendido

muito tempo no início da aula lembrando todos os conceitos que tinham sido estudados e as questões problema, que os alunos já não se recordavam. Este é um constrangimento com que o professor e qualquer outro profissional se pode deparar, e sei que devemos estar sempre preparados para que aconteça alguma eventualidade deste tipo, mas nem sempre é fácil gerir emoções quando os nossos planos são subitamente alterados por uma situação que nos é completamente alheia, e que de uma forma ou de outra prejudica o nosso trabalho.

Esta não foi a minha primeira experiência no ensino, mas foi seguramente a mais enriquecedora. O facto de ter observado aulas de uma professora tão experiente permitiu compreender como é importante a dinâmica que o professor cria durante a aula. Com este trabalho percebi o valor dos documentos escritos pelos alunos, em particular quando se tornam um veículo para exporem as suas dúvidas e/ou dificuldades, como foi o caso dos questionários que apliquei. Por isso considero-o como um muito bom instrumento a utilizar em sala de aula, ao longo das unidades didácticas ou associados a actividades práticas. Em suma, tanto esta intervenção lectiva como o mestrado no global, deram-me mais confiança, pois permitiram-me conhecer e saber usar uma série de ferramentas (elaborar planificações, capacidade reflexiva e crítica, conhecimentos didácticos que permitem idealizar actividades a implementar em aula e melhorar a interacção professor-aluno), que me tornarão melhor professora, assim as possa aplicar, no futuro.

### **6.3 Limitações ao Estudo**

A grande limitação deste estudo é o facto de os participantes corresponderem apenas a 25 alunos de uma única turma, pelo que não pode ser considerada uma amostra de uma população. Este facto torna os resultados subjectivos não sendo por isso possível a sua generalização a outras realidades.

Uma outra limitação a este estudo prende-se com a sua duração. Uma vez que a intervenção lectiva decorreu num curto espaço de tempo e o desenvolvimento das capacidades investigativas é um processo gradual e demorado, é possível que haja um enviesamento dos resultados apresentados. Também é de referir que apenas no final desta intervenção os grupos de trabalho ficaram aferidos. Caso a intervenção lectiva pudesse ter decorrido por um período



mais alargado de tempo, seguramente teria sido possível que os alunos tivessem desenvolvido um trabalho cooperativo bem mais profícuo. Em relação aos questionários nem sempre os alunos assumiram uma postura séria, em particular no que concerne às auto e heteroavaliações, por conseguinte nem sempre esses resultados reflectem o que os alunos sentiram verdadeiramente.

O processo de recolha de dados foi também um dos factores que limitou este estudo, uma vez que a professora assumiu simultaneamente dois papéis, professora e observadora, o que dificultou a recolha de alguns dados, nomeadamente das hipóteses colocadas pelos alunos.

## **6.4 Propostas para Estudos Futuros**

Em estudos futuros será importante considerar que seja efectuado por duas pessoas, uma assumiria o duplo papel de professora e observadora enquanto que a outra assumiria apenas um papel de observadora (não intervindo), podendo assim fazer-se um registo de maior qualidade e mais completo de observações em sala de aula.

Dentro de um panorama investigativo como o supra descrito poder-se-ia estudar o contributo das actividades investigativas num conjunto mais alargado de intervenientes, como todas as turmas de um determinado ano de escolaridade de uma escola. Sendo, desta forma possível haver uma amostra heterogénea de uma população, o que serviria para validar o estudo.

Uma outra proposta passa por se considerar um grupo de controlo, que pode ser uma ou duas turmas, que seguem um modelo de ensino mais antiquado, sem actividades práticas e baseado na transmissão pelo professor, enquanto noutras duas ou três turmas o professor assumia um papel de moderador de actividades investigativas. Seria interessante avaliar as competências desenvolvidas por ambos os grupos após investigar durante um ano ou um ciclo de estudos.

Uma vez que o trabalho cooperativo é uma das competências essenciais que os cidadãos devem possuir, e muitas vezes em sala de aula se torna complexo avaliar todas as interacções (positivas e negativas) que se geram entre os alunos, seria interessante elaborar uma investigação no sentido de compreender a melhor

forma de ultrapassar as dificuldades sentidas a este nível, tornando os alunos o mais competentes possível no que diz respeito ao trabalho de grupo.

## 7 REFERÊNCIAS

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30 (14), 1945-1969.
- Agrupamento de Escolas Nuno Gonçalves (AENG) (2014). Orientações Pedagógicas para o ano lectivo 2014/15. Retirado de [http://aenunogoncalves.net/images/ano\\_letivo\\_2014\\_2015/doc\\_orientadores/LAL201415APROVADOPELOCONSELHO\\_GERAL.pdf](http://aenunogoncalves.net/images/ano_letivo_2014_2015/doc_orientadores/LAL201415APROVADOPELOCONSELHO_GERAL.pdf)
- Agrupamento de Escolas Nuno Gonçalves (AENG) (2011). Projeto Educativo 2011-2014. Retirado de [http://aenunogoncalves.net/images/ano\\_letivo\\_2013\\_2014/doc\\_orientadores/pea2011-2014\\_vf.pdf](http://aenunogoncalves.net/images/ano_letivo_2013_2014/doc_orientadores/pea2011-2014_vf.pdf)
- Anderson, R. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13 (1), 1-12.
- Amador, F., & Contencas, P. (2001). *História da Biologia e da Geologia*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Amador, F., & Silva, M. (2004). Programa de Geologia 12º Ano – Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Lisboa: Ministério da Educação.
- Baird, B. (1995). *The high school science classroom of the future*. Retirado de: <http://horizon.unc.edu/projects/HSJ/Baird.html>
- Bayram, Z. Oskay, Ö., Erdem, E., Özgür, O., & Şen, Ş. (2013). Effect of inquiry based learning method on students' motivation. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 106, 988-996.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Boggino, N. (2009). A avaliação como estratégia de ensino – Avaliar processos e resultados. *Revista de Ciências da Educação*, 9, 79-86.
- Bolacha, E., Moita de Deus, H., & Fonseca, P. E. (2010). Modelação análoga: Actividades práticas de geologia em sala de aula. In J. L. Cotelos Neiva, A. Ribeiro, L. Victor, F. Noronha & F. Ramalho (Eds.) *Ciências Geológicas - Ensino e Investigação e sua História* (pp. 563-572). Lisboa: Associação Portuguesa de Geólogos.

- Bonito, J. (coord.) (2013). *Metas Curriculares – Ensino Básico Ciências Naturais 5º, 6º, 7º e 8º Anos*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Campos, C., & Dias, M. (2014). *Terra CN*. Lisboa: Texto Editores.
- Cavas, P. (2011). Factors affecting the motivation of Turkish primary students for science learning. *Science Education International*, 22 (1), 31-42.
- Collins, A. (2002). How students learn and how teacher teach. In Bybee R. (Ed.) *Learning science and the science of learning* (pp. 3-11). Virginia: USTAPress
- Dias, A. G., Guimarães, P., & Rocha, P. (2007). *Geologia 10/11*. Porto: Areal Editores
- DeDreu, C. K., & Weingart, L. R. (2003). Task versus relationship conflict, team performance and team member satisfaction: A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*, 88 (4), 741-749.
- Duarte, J.C. (2011). *Tectonics of the Gulf of Cadiz: The role of the Gibraltar arc in the reactivation of the SW Iberia margin* (Tese de Doutoramento). Retirado de repositório da Universidade de Lisboa: <http://hdl.handle.net/10451/4968>.
- Duarte, J. C., Rosas, F. M., Terrinha, P., Schellart, W. P., Boutelier, D., Gutscher, M. A., & Ribeiro, A. (2013). Are subduction zones invading Atlantic? Evidence from the southwest Iberia margin. *Geology*, 41 (8), 839-842. doi:10.1130/G34100.1
- Estrela, A. (1990) *Teoria e prática de observação de classes*. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica.
- Fernandes, D. (2004). *Avaliação das aprendizagens: uma agenda, muitos desafios*. Lisboa: Texto Editora.
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2013). Exigência conceptual do trabalho prático nos exames nacionais: Uma abordagem metodológica. *Olhar de Professor*, 16 (1), 149-172.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. New York, NY: McGraw Hill.
- Freire, I. P. (1994). Indisciplina e desenvolvimento curricular - reflexões a partir de pontos de vista dos alunos. *IV Colloque National de Lisbonne* (pp. 599-609). Lisboa: Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da UL.
- Galvão, C. (Coord.) (2001). *Ciências Físicas e Naturais - Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica.
- Gaspar, M. I., & Roldão, M. C. (2007). *Elementos do desenvolvimento curricular*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Gowin, D. B., & Alvarez, M. C. (2005). *The art of educating with V diagrams*. Cambridge: Cambridge University Press. Retirado de

[http://assets.cambridge.org/97805216/04147/excerpt/9780521604147\\_excerpt.pdf](http://assets.cambridge.org/97805216/04147/excerpt/9780521604147_excerpt.pdf)

- Hodson, D. (1998). Teaching and learning science: towards a personalized approach. Buckingham: Open University Press.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25 (6), 645-670.
- Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (2), 105-107.
- Jorge, F., Paixão, F., & Cabrita, I. (2008, Julho). Ciência e sociedade – formação de professores de matemática através de problemas históricos. In R. M. Vieira, M. A. Pedrosa, F. Paixão, I. P. Martins, A. Caamaño, A. Vilches & M. J. Martín-Díaz (Coordenação) *Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável*, V Seminário Ibérico/ I Seminário Ibero-americano da Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Krathwohl, D. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: an overview. *Theory Into Practice*, 41 (4), 212-218.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In *Cadernos didáticos de Ciências* (pp. 79-96). Lisboa: Ministério da Educação.
- Leite, L., & Afonso, A. S. (2001). *Aprendizagem baseada na resolução de problemas – Características, organização e supervisão*. Boletín das Ciencias 48 (pp. 253-260). Santiago de Compostela: Enciga.
- Leite, L., & Dourado, L. (2013). Laboratory activities, science education and problem-solving skills. *Procedia – Social and behavioral sciences*, 106, 1677-1686.
- Levy, F., Lameris, P., McKinney, P., & Ford, N. (2011). The Features of Inquiry Learning: theory, research and practice. Retirado de [http://www.pathwayuk.org.uk/uploads/9/3/2/1/9321680/\\_the\\_features\\_of\\_inquiry\\_learning\\_theory\\_research\\_and\\_practice\\_eusubmitted.pdf](http://www.pathwayuk.org.uk/uploads/9/3/2/1/9321680/_the_features_of_inquiry_learning_theory_research_and_practice_eusubmitted.pdf)
- Lewellyn, D. (2005). *Teaching high school science through inquiry – a case study approach*. California USA: Corwin Press.
- Marshak, S. (2001). *Earth: portrait of a planet*. N. Y., New York: W. W. Norton & Company.
- Ministério da Educação – DEB (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Meece, J. (2002). Cognitive Development: Piaget's and Vygotsky's Theories. In J. Karpacz (Ed.), *Child and adolescent development for educators* (pp. 118-172). Retirado de

[http://highered.mheducation.com/sites/0072322357/information\\_center\\_view0/sample\\_chapter.html](http://highered.mheducation.com/sites/0072322357/information_center_view0/sample_chapter.html)

- Mehta, S., & Kulshrestha, A. K. (2014). Implementation of Cooperative Learning in Science: A Developmental-cum-Experimental Study. *Education Research International*, 2014, 7 p. doi:10.1155/2014/431542
- Morgado, M., & Bonito, J. (2014). A literacia em Ciências da Terra no ensino básico em Portugal. *Comunicações Geológicas*, 101, Especial III, 1321-1324.
- Murphy, J. B., & Nance, R. (2013). Speculations on the mechanisms for the formation and breakup of supercontinents. *Geoscience Frontiers*, 4 (2), 185-194. doi:10.1016/j.gsf.2012.07.005
- Neri de Souza, F. (2006). *Perguntas na Aprendizagem de Química no Ensino Superior* (Tese de Doutoramento). Retirado de Repositório Institucional da Universidade de Aveiro URI: <http://hdl.handle.net/10773/4996>
- NRC (1996). National Science Educational Standards. Retirado de [https://www.nap.edu/download.php?record\\_id=4962#](https://www.nap.edu/download.php?record_id=4962#)
- National Science Foundation. (2009). *Earth Science Literacy Principles*. Retirado de <http://www.earthscienceliteracy.org/>
- Oliva, P. F. (2005). *Developing the curriculum*. USA: Pearson Education.
- Oliveira, M. T. (1991). Linguagem e aprendizagem. In M. T. Oliveira (coord.). *Didáctica da Biologia* (pp. 157-190). Lisboa: Universidade Aberta
- Palmer, D. H. (2009). Student interest generated during an inquiry skills lesson. *Journal of Research in Science teaching*, 46 (2), 147-165.
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G. R., Barrera, J. L., Belmonte, A., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J. C., Fernández-Martínez, E. M., González-Díez, A., Jiménez-Millán, J., López-Ruiz, J., Mata-Perelló, J. M., Pascual, J. A., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A., & Roquero, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 117-129.
- Pereira, J. L. (2012). A aprendizagem cooperativa no ensino da obtenção de matéria: Heterotrofia e autotrofia – Um estudo com alunos do 10º Ano de Escolaridade. (Tese de Mestrado). Retirado de repositório da Universidade de Lisboa: <http://hdl.handle.net/10451/8362>
- Piaget, J. (1972). *Problemas de psicologia genética*. Lisboa: Publicações D. Quixote.
- Pinto, J., & Santos, L. (2006). *Modelos de avaliação das aprendizagens*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em matemática. In GTI, *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: APM.

- Praia, J F. (2000). Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. Retirado de [http://moodle.fct.unl.pt/pluginfile.php/45388/mod\\_resource/content/0/Praia\\_Peniche\\_2000\\_Encontro\\_Aprendizagem\\_Significativa.book.pdf](http://moodle.fct.unl.pt/pluginfile.php/45388/mod_resource/content/0/Praia_Peniche_2000_Encontro_Aprendizagem_Significativa.book.pdf)
- Rojas, R. A. (1998). La metodología del cuestionario. *La sociología en sus Escenarios*, 1, 1-15. Retirado de <http://aprendeonlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/article/view/1498>
- Roldão, M. C. (2006). Gestão do currículo e avaliação de competências – As questões dos professores. Lisboa: Editorial Presença.
- Roldão, M. C. (2009). O lugar das competências no currículo – ou o currículo enquanto lugar das competências? *Educação Matemática Pesquisa*, 11 (3), 585-596.
- Roldão, M. C. (2010). Estratégias e Currículo. In M. C. Roldão, *Estratégias de ensino - o saber e o agir do professor* (pp. 24-37). Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão.
- Rosas, F. M., Duarte, J. C., Terrinha, P., Valadares, v., & Matias, L. (2009). Morphotectonic characterization of major bathimetric lineaments in Gulf of Cadiz (Africa-Iberia plate boundary): Insights from analogue modeling experiments. *Marine Geology*, 261, 33-47.
- Rosas, F., Duarte, J. C., Neves, M.C., Terrinha, P., Silva, S., Matias, L., Gràcia, E., & Bartolome, R. (2012). Thrust–wrench interference between major active faults in the Gulf of Cadiz (Africa–Eurasia plate boundary, offshore SW Iberia): Tectonic implications from coupled analog and numerical modeling. *Tectonophysics*, 548-549, 1-21.
- Santos, L. (2002). Auto-avaliação regulada: porquê, o quê e como? In P. Abrantes e F. Araújo (Coord.). *Reorganização Curricular do Ensino Básico. Avaliação das Aprendizagens - Das concepções às práticas*. Lisboa: Ministério da Educação-DEB.
- Santos, L., Pinto, J., Rio, F., Pinto, F., Varandas, J., Moreirinha, O., Dias, P. Dias, S., & Bondoso, P. (2010). *Avaliar para aprender - relatos de experiências de sala de aula do pré-escolar ao ensino secundário*. Porto: Porto Editora.
- Sebastião, J., & Correia, S. V. (2007). A democratização do ensino em Portugal. In J. M. L. Viegas, H. Carreiras & A. Malamud (Orgs.), *Instituições e Política* (pp. 107-136) (Portugal no Contexto Europeu. vol. I), CIES-ISCT. Lisboa: Celta Editora.
- Seifert, K., & Sutton, R. (2011). *Educational Psychology*. Zurich: Jacobs Foundation.
- Silva, J.C., Ribeiro, E., & Oliveira, Ó. (2010). *Desafios. Biologia e Geologia 11*. Volume 2. Lisboa: Asa.

- Silva, P. S., Viana, M. N., & Carneiro, S. N. (2011). O desenvolvimento da adolescência na teoria de Piaget. Retirado de <http://www.psicologia.pt/artigos/textos/TL0250.pdf>
- Smith, K. (2002). Cooperative problem-based learning example. Retirado de <http://personal.cege.umn.edu/~smith/links.html>
- Stern, R. J. (2007). When and how did plate tectonics begins? Theoretical and empirical considerations. *Science Chinese Bulletin*, 52 (5), 578-591.
- Tavares, J., Pereira, A. S., Gomes, A. A., Monteiro, S., & Gomes, A. (2007). *Manual de Psicologia do desenvolvimento e aprendizagem* (pp. 109-114). Porto: Porto Editora.
- The Editors of The Encyclopædia Britannica (2015). *Eduard Suess - Austrian geologist*. Retirado de: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/571632/Eduard-Suess>
- Tuan, H.-L., Chin, C.-C., Tsai, C.-C., & Cheng, S.-F. (2013). Investigating the effectiveness of inquiry instruction on the motivation of different learning styles students.
- Turcotte, D., & Schubert, G. (2014). *Geodynamics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- UNESCO Retirado de <http://www.unesco.org/new/en/education/themes/education-building-blocks/literacy/>
- UNESCO Press (21/5/2015) Retirado de [http://www.unesco.org/new/en/education/resources/online-materials/single-view/news/world\\_education\\_forum\\_adopts\\_declaration\\_on\\_the\\_future\\_of\\_education/#.VWHHckYIIQg](http://www.unesco.org/new/en/education/resources/online-materials/single-view/news/world_education_forum_adopts_declaration_on_the_future_of_education/#.VWHHckYIIQg)
- Vasconcelos, C., Praia, J., & Almeida, L. (2003). Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional*, 7(1): 11-19.
- White, B., Shimoda, T. & Frederikson, J. (1999). Enabling students to construct theories of collaborative inquiry and reflective learning: computer support for metacognitive development. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10 (2), 151-182.
- Woolfolk, A.E., & McCure, L. (1986). *Psicologia de la educación para profesores*. (pp. 238-255) Madrid: Narcea.
- Zitellini, N., Gràcia, E., Matias, L., Terrinha, P., Abreu, M. A., DeAlteriis, G., Henriët, J. P., Dañobeitia, J. J., Masson, D. G., Mulder, T., Ramella, R., Somoza, L., & Diez, S. (2009) The quest for the Africa-Eurasia plate boundary west of the Strait of Gibraltar. *Earth and Planetary Science Letters*, 280, 13-50.



## **8 APÊNDICES (A-K)**



## **APÊNDICE A**

Plano da aula I, PowerPoint da aula I



Data: 24 de Fevereiro de 2015 (3ªfeira, 9:05h)

Sumário: Consequências das forças resultantes dos movimentos das placas litosféricas.

Temática	Descritores Metas Curriculares	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Ocorrência de dobras e falhas	<p><b>5.3.</b>Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem</p> <p><b>5.4.</b>Identificar, em esquema e imagem, as deformações observadas nas rochas existentes nas paisagens</p> <p><b>5.5.</b>Relacionar a deformação das rochas com a formação de cadeias montanhosas</p>	<p>➤ Analisar diferentes tipos de paisagem geológica em função do limite de placa que lhe está associado</p> <p>➤ Compreender o conceito de tensão</p> <p>➤ Formular o problema geral da unidade didática e possíveis hipóteses</p> <p>➤ Envolver e motivar os alunos</p>	<p><u>Conhecimento substantivo</u> – analisar e discutir evidências que permitiram adquirir o conceito de tensão (compressiva, distensiva e cisalhante);</p> <p><u>Conhecimento processual</u> – observar e interpretar as imagens apresentadas, através da caracterização das diferentes paisagens geológicas, levantar a questão-problema e possíveis hipóteses de resposta;</p> <p><u>Raciocínio</u> – relacionar conceitos e conhecimentos prévios referentes aos movimentos relativos entre as placas litosféricas com as formações geológicas associadas, permitindo a construção de novo conhecimento;</p> <p><u>Comunicação</u> – expressão oral e utilização de linguagem científica, na apresentação oral da sua análise e caracterização das paisagens;</p> <p><u>Atitudes</u> – manifestar respeito pelos colegas e pelo decorrer da aula, esperando a sua vez de participar.</p>	<p>Tensão</p> <p>Tensão compressiva</p> <p>Tensão distensiva</p> <p>Tensão cisalhante</p> <p>Paisagem geológica</p>	<p><b>1-</b> Articulação com as aulas anteriores, através de questionamento sobre os limites entre placas</p> <p><b>2-</b> Análise de imagens correspondentes a diferentes tipos de limites - seleção de dados necessários para a formulação da questão problema: Quais as principais forças que estão na origem do movimento das placas litosféricas?</p> <p><b>3-</b> Introdução do conceito de Tensão, em diálogo com os alunos, com a elaboração de uma tabela que sistematiza e organiza os dados relacionados com os limites e as formações, e o tipo de tensão associado. Resposta à questão anteriormente colocada: Quais as principais forças que estão na origem do movimento das placas litosféricas?</p> <p><b>4-</b> Formulação do problema geral da unidade: "Quais as consequências das forças resultantes dos movimentos das placas litosféricas?" e de hipóteses</p>	<p>- Caneta para escrever em quadro branco</p> <p>- Apresentação PowerPoint</p> <p>- Baralho de cartas</p>



### 3 tipos de limites

Placa Euro-asiática

Placa das Caraíbas

Placa Africana

Placa Sul-Americana

Placa Arábica

Placa das Filipinas

Placa do Cocos

Placa do Pacífico

Placa da Índia-Australiana

Placa da Antártida

Placa Norte-Americana

Placa da América

**Limite Convergente**

**Limite Divergente**


**Limite Transformante**

*Em que diferem estas paisagens?  
Porque existem diferentes tipos de paisagem?*

# Himalaias

A photograph of a massive, rugged mountain range, likely the Himalayas, with steep, rocky slopes and patches of snow or ice. A small cluster of buildings is visible at the base of the mountains.

## Himalaias



Quais as características desta paisagem?  
A que tipo de limite está associada?

[illegible]

# Vale de rifte do Rio Jordão



Quais as características desta paisagem?  
A que tipo de limite está associada?

[http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/rift-valley/?ar\\_pn=](http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/rift-valley/?ar_pn=)

# Falha de Santo André



Quais as características desta paisagem?  
A que tipo de limite está associada?

<http://www.almundo.es/almundo/2006/06/21/ciencia/1152864782.html>

# Falha de Santo André



A wide-angle photograph of the Fossa de Santo André, a large tectonic depression in a dry, hilly landscape. The depression is filled with sparse vegetation and a dirt road. In the background, there are power lines and distant mountains under a clear blue sky.

Tipo de limite	Exemplo estudado	Formações observadas	Tipo de força que atuou
→ ←			
← →			
↑ ↓			

Quais as principais forças que estão na origem do movimento das placas litosféricas?			
Tipo de limite	Exemplo estudado	Formações observadas	Tipo de força que atuou
→ ←	Andes/Himalaias/ Fossa das Marianas		
← →	Islândia, Rifte Africano, Crista médio-oceânica		
↑ ↓	Falha de Sto. André		

<http://www.scec.org/education/k12/learn/plate5.htm>

Quais as principais forças que estão na origem do movimento das placas litosféricas?			
Tipo de limite	Exemplo estudado	Formações observadas	Tipo de força que atuou
→ ←	Andes/Himalaias/ Fossa das Marianas		Tensão compressiva
← →	Islândia, Rifte Africano, Crista médio-oceânica		Tensão distensiva
↑ ↓	Falha de Sto. André		Tensão de cisalhamento

<http://www.scec.org/education/k12/learn/plate5.htm>



## **APÊNDICE B**

Plano da aula II, Ficha de trabalho 1



Data: 26 de Fevereiro de 2015 (5ªfeira, 10:15h)

Sumário: Execução de uma actividade prática sobre dobras e falhas inversas.

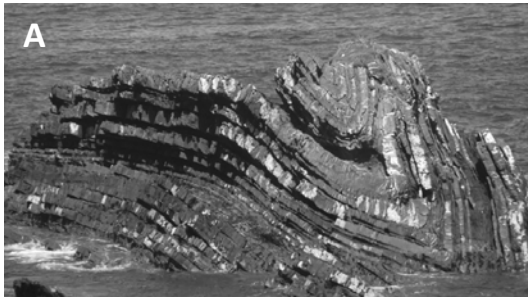
Temática	Descritores Metas Curriculares	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Ocorrência de dobras e falhas	<p><b>5.2.</b>Explicar a formação de dobras e de falhas, com base numa actividade prática laboratorial.</p> <p><b>5.3.</b>Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem.</p> <p><b>5.4.</b>Identificar, em esquema e imagem, as deformações observadas nas rochas existentes nas paisagens.</p> <p><b>5.5.</b>Relacionar a deformação das rochas com a formação de cadeias montanhosas</p>	<p>➤ Explicar a formação de dobras e de falhas inversas, com base numa actividade prática laboratorial.</p> <p>➤ Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem.</p> <p>➤ Identificar, em esquema e imagem, as deformações observadas nas rochas existentes nas paisagens.</p> <p>➤ Relacionar a deformação das rochas com a formação de cadeias montanhosas.</p> <p>➤ Trabalhar em grupo de forma cooperativa e colaborativa.</p> <p>➤ Envolver e motivar os alunos através da execução de uma actividade prática com utilização de diferentes materiais</p>	<p><u>Conhecimento substantivo</u> – análise e discussão de evidências através da observação de imagens reais, adquirindo conhecimento sobre dobras e falhas inversas.</p> <p><u>Conhecimento processual</u> – formulação do sub-problema, execução de actividades práticas, recolha, análise e interpretação de dados, elaboração de esquemas.</p> <p><u>Raciocínio</u> – formulação de hipóteses de resposta ao sub-problema, interpretação dos resultados da actividade prática, relacionar evidências e explicações.</p> <p><u>Comunicação</u> – correcta utilização da língua, utilização de linguagem científica oral e escrita, discussão (das evidências, das hipóteses, dos resultados), capacidade de exposição de ideias, argumentação, representação esquemática de resultados.</p> <p><u>Atitudes</u> – respeito pelos outros e pelo trabalho, cooperação durante o trabalho desenvolvido em grupo, autonomia.</p>	<p>Tensão compressiva</p> <p>Dobra</p> <p>Falha</p> <p>Falha inversa</p> <p>Movimento relativo de blocos</p> <p>Tecto</p> <p>Muro</p>	<p><b>1-</b> Articulação com as aulas anteriores, formulação do problema e de hipóteses. Centrar, seguidamente, a discussão com os alunos no sub-problema: Quais as consequências das forças compressivas originadas nos limites convergentes?</p> <p><b>2-</b> Actividade prática sobre a formação de dobras e falhas inversas – Elaboração da ficha de trabalho 1</p> <p><b>3-</b> Síntese da aula</p>	<p>- Caneta para escrever em quadro branco</p> <p>- Apresentação PowerPoint</p> <p>- Ficha de trabalho 1</p> <p>- Caixa de deformação com areia</p> <p>- Blocos de plasticina</p> <p>- Folhas de acetato</p> <p>- Canetas de acetato</p> <p>- Fita-cola</p> <p>- Fita métrica ou régua</p>



# Ficha de Trabalho 1

Anteriormente, analisaste que nos limites entre as placas litosféricas se geravam diferentes tipos de forças responsáveis por paisagens também diferentes. Recorda a questão formulada: Quais as consequências das forças compressivas geradas nos limites convergentes?

1. Para responderes a esta questão, começa por observar com atenção as imagens seguintes (A, B e C).



<http://azgeology.azgs.az.gov/azgs/image-of-the-day/images/reverse-fault-teran-wash>



[http://en.wikipedia.org/wiki/Andes#mediaviewer/File:Cuernos\\_del\\_Paine\\_from\\_Lake\\_Peho%C3%A9.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Andes#mediaviewer/File:Cuernos_del_Paine_from_Lake_Peho%C3%A9.jpg)

- 1.1. **Faz uma breve caracterização** de cada uma das imagens que observaste.
- 1.2. **Faz um esquema** das imagens A e B.
- 1.3. Tendo em conta as forças que se fazem sentir nos limites entre as placas litosféricas, **formula uma hipótese** explicativa para a formação das estruturas presentes nas 3 imagens.

Para validares a(s) tua(s) hipótese(s) vais executar duas tarefas:

- 1.3.1. Caixa de deformação 1. A caixa foi montada previamente utilizando areia e areia colorida de azul de modo a formar camadas horizontais bem definidas, simulando uma rocha sedimentar.
  - 1.3.1.1. **Cola**, utilizando fita-cola, uma folha de acetato à parede lateral da caixa.

- 1.3.1.2. Utilizando uma caneta própria **desenha** um traço contínuo por cima do limite de cada estrato, ocupa apenas metade da folha de acetato. **Mede** a altura inicial da coluna.
- 1.3.1.3. **Pressiona** lentamente a parede de topo da caixa, e **registra** os acontecimentos, sob a forma de esquema e utilizando novamente a folha de acetato.
- 1.3.2. Caixa de deformação 2. A caixa foi montada previamente utilizando plasticina em camadas horizontais, simulando uma rocha sedimentar.
- 1.3.2.1. **Explica** o que tens de fazer para conseguires obter uma formação parecida com a da figura A.
- 1.4. **Analisa** novamente a hipótese que formulaste anteriormente e **indica, justificando**, se era válida.
- 1.5. Com a nova informação que agora possuis, responde à questão inicialmente colocada: Quais as consequências das forças compressivas geradas nos limites convergentes?

## **APÊNDICE C**

Plano da aula III, Apresentação PowerPoint da aula III





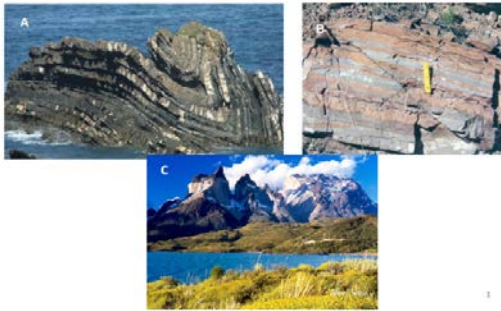
Data: 27 de Fevereiro de 2015 (6ªfeira, 12:05h)

Sumário: Discussão da atividade prática sobre dobras e falhas inversas.

Temática	Descritores Metas Curriculares	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Ocorrência de dobras e falhas	<p><b>5.2.</b>Explicar a formação de dobras e de falhas, com base numa actividade prática laboratorial.</p> <p><b>5.3.</b>Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem.</p> <p><b>5.4.</b>Identificar, em esquema e imagem, as deformações observadas nas rochas existentes nas paisagens.</p> <p><b>5.5.</b>Relacionar a deformação das rochas com a formação de cadeias montanhosas</p>	<p>➤ Classificar dobras, falhas inversas.</p> <p>➤ Elaborar esquemas explicativos das deformações ocorridas em consequência de tensões compressivas.</p> <p>➤ Identificar em esquemas as consequências, nas rochas, da aplicação de tensões compressivas</p>	<p><u>Conhecimento substantivo</u> – análise e discussão de evidências através da observação de imagens reais, adquirindo conhecimento sobre dobras e falhas inversas.</p> <p><u>Conhecimento processual</u> – análise e interpretação de dados, elaboração de esquemas.</p> <p><u>Raciocínio</u> – interpretação dos resultados da actividade prática, relacionar evidências e explicações.</p> <p><u>Comunicação</u> – correcta utilização da língua, utilização de linguagem científica oral e escrita, discussão (das evidências, das hipóteses, dos resultados), capacidade de exposição de ideias, argumentação, representação esquemática de resultados.</p> <p><u>Atitudes</u> – respeito pelos outros e pelo trabalho, autonomia.</p>	<p>Tensão compressiva</p> <p>Dobra</p> <p>Antiforma</p> <p>Sinforma</p> <p>Falha</p> <p>Falha inversa</p> <p>Movimento relativo dos blocos</p> <p>Tecto</p> <p>Muro</p>	<p><b>1-</b> Articulação com a aula anterior, recordando a questão em estudo e as hipóteses formuladas por cada grupo de trabalho.</p> <p><b>2-</b> Discussão, no grupo turma, da actividade prática realizada na aula anterior. Com base na informação obtida e sistematizada, classificar o tipo de dobra e falha simuladas.</p> <p><b>3-</b> Exercícios de aplicação dos conceitos de dobras e falhas inversas.</p>	<p>- Caneta para escrever em quadro branco</p> <p>- Apresentação PowerPoint</p>



Quais as consequências das forças compressivas geradas nos limites convergentes?

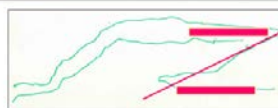
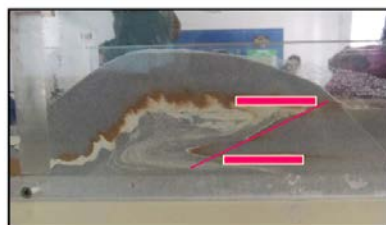
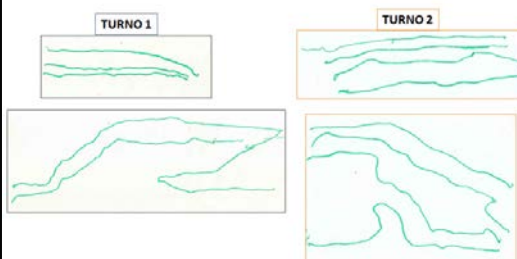


Início



Após aplicação de tensão compressiva

Esquema dos resultados obtidos





## **APÊNDICE D**

Plano da aula IV, PowerPoint da aula IV, Ficha de trabalho 2



Data: 3 de Março de 2015 (3ªfeira, 9:05h)

Sumário: Elaboração de uma ficha de trabalho sobre falhas normais.

Temática	Descritores Metas Curriculares	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Ocorrência de dobras e falhas	<p><b>5.2.</b>Explicar a formação de dobras e de falhas, com base numa actividade prática laboratorial</p> <p><b>5.3.</b>Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem</p> <p><b>5.4.</b>Identificar, em esquema e imagem, as deformações observadas nas rochas existentes nas paisagens</p>	<p>➤ Distinguir e classificar dobras e falhas inversas em formações geológicas</p> <p>➤ Compreender as consequências das tensões distensivas ao nível do material rochoso</p> <p>➤ Identificar falhas geológicas em imagens</p> <p>➤ Relacionar a aplicação de uma tensão distensiva com a formação de falhas normais, mediante visualização de um vídeo uma simulação em laboratório</p> <p>➤ Classificar falhas normais.</p> <p>➤ Trabalhar a pares de forma cooperativa</p>	<p><u>Conhecimento substantivo</u> – análise e discussão de evidências através da observação de imagens, aquisição de conhecimentos científicos respeitantes às consequências da acção das tensões distensivas na litosfera.</p> <p><u>Conhecimento processual</u> – registo e análise dos resultados da simulação, elaboração e interpretação de esquemas, elaborados a partir da simulação.</p> <p><u>Raciocínio</u> – relacionar informação, comparação de esquemas, interpretação dos resultados obtidos com a simulação, formulação de hipóteses.</p> <p><u>Comunicação</u> – correcta utilização da língua, utilização de linguagem científica oral e escrita, discussão (das evidências, das hipóteses, dos resultados), capacidade de exposição de ideias, argumentação, representação esquemática de resultados</p> <p><u>Atitudes</u> – saber trabalhar a pares, respeito pelos outros e pelo trabalho, autonomia, cooperação.</p>	<p>Falha</p> <p>Falha normal</p> <p>Tecto</p> <p>Muro</p> <p>Tensão distensiva</p>	<p>1- Articulação com as aulas anteriores, relembrando, em diálogo com os alunos, o problema geral em estudo e a resposta à questão: <i>Quais as consequências das forças compressivas originadas nos limites convergentes?</i></p> <p>Exercícios de aplicação dos conceitos de dobra e falha inversa.</p> <p>2- Os alunos a formulam uma sub-questão inerente ao problema geral: <i>Quais as consequências das forças distensivas que se fazem sentir nos limites divergentes?</i></p> <p>3- No sentido de dar resposta à questão formulada, os alunos realizam a ficha de trabalho nº2 sobre a formação de falhas normais.</p> <p>4- Discussão da ficha de trabalho e classificação de falhas normais</p>	<p>- Caneta para escrever em quadro branco</p> <p>- Apresentação PowerPoint</p> <p>- Ficha de trabalho nº 2</p>





**Quais as consequências das forças compressivas geradas nos limites convergentes?**



**Hipótese** para a formação das deformações observadas:

- ✓ A colisão entre placas litosféricas gera forças compressivas capazes de deformar as rochas, formando cadeias montanhosas, dobras e falhas.



3

**Quais as consequências das forças compressivas geradas nos limites convergentes?**



**Hipótese** para a formação das deformações observadas:

- ✓ A colisão entre placas litosféricas gera forças compressivas capazes de deformar as rochas, formando cadeias montanhosas, dobras e falhas.

**R:** As tensões compressivas geradas nos limites convergentes provocam o enrugamento da litosfera levando à formação de cadeias montanhosas (orogenias). As rochas que sofreram compressão apresentam-se deformadas por dobras e falhas inversas.

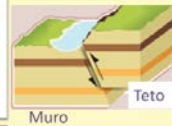
3

Que tipo de deformação apresenta esta rocha?  
Qual o tipo de tensão que lhe deu origem?



2

Que tipo de deformação apresenta esta rocha?  
Qual o tipo de tensão que lhe deu origem?



**FALHA INVERSA**

2

Que tipo de deformação observas?



3

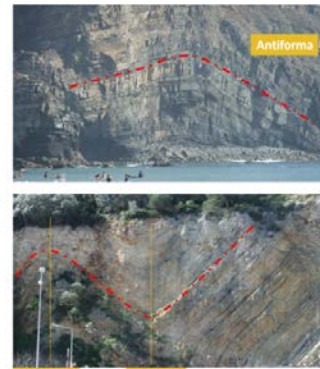
Que tipo de deformação observas?



**DOBRA ANTIFORMA**



**DOBRA SINFORMA**

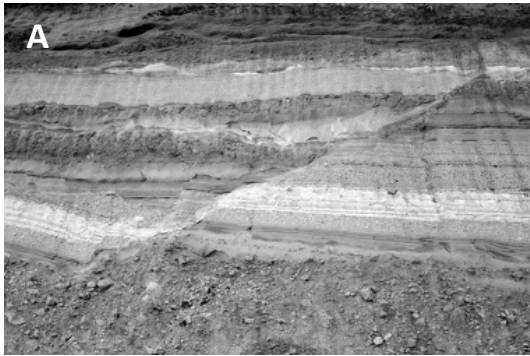


3

## Ficha de Trabalho 2

Anteriormente, analisaste que nos limites entre as placas litosféricas se geravam diferentes tipos de forças responsáveis por paisagens também diferentes. Recorda a questão formulada: Quais as consequências das forças distensivas geradas nos limites divergentes?

1. Para responderes a esta questão **observa** com atenção as imagens seguintes (A e B).



<http://www.brasilecola.com/geografia/falhas-geologicas.htm>



<http://www.efn.uncor.edu/departamentos/GeoBas/materias/geologia/tectonica/>

- 1.1. **Indica** o tipo de formação geológica que as imagens representam.
- 1.2. **Desenha**, nas imagens, os planos de falha que encontras.
2. **Compara** estas estruturas com a imagem B da ficha de trabalho anterior (ficha 1) e **indica** as diferenças.
3. Apesar de ambas corresponderem a falhas, estas tiveram uma outra origem. **Formula** uma **hipótese** para a formação destas falhas.
4. **Valida** a tua hipótese utilizando a caixa de deformação.
  - 4.1. **Puxa** a parede de topo da caixa, e regista os acontecimentos em esquema.
  - 4.2. **Identifica** no esquema o plano de falha, o teto e o muro.
  - 4.3. **Identifica**, mediante a utilização de setas, o bloco que subiu e o bloco que desceu.
5. De acordo com os resultados obtidos, o que concluis da hipótese que formulaste?
6. **Redige** uma breve história na qual expliques como se formaram as falhas da caixa de areia. Deverás incluir os seguintes termos (tensão, falha, teto e muro).
7. Com base nos resultados que obtiveste e na hipótese que formulaste, **responde** à questão inicialmente formulada: *Quais as consequências das forças distensivas nos limites divergentes?*

## **APÊNDICE E**

Plano da aula V, PowerPoint da aula V



Data: 5 de Março de 2015 (5ªfeira, 10:15h)

Sumário: Continuação da elaboração de uma ficha de trabalho sobre falhas normais.

Temática	Descritores Metas Curriculares	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Ocorrência de dobras e falhas	<p><b>5.2.</b>Explicar a formação de dobras e de falhas, com base numa actividade prática laboratorial.</p> <p><b>5.3.</b>Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem.</p> <p><b>5.4.</b>Identificar, em esquema e imagem, as deformações observadas nas rochas existentes nas paisagens.</p>	<p>➤ Compreender as consequências das tensões distensivas ao nível do material rochoso.</p> <p>➤ Identificar falhas geológicas em imagens.</p> <p>➤ Relacionar a aplicação de uma tensão distensiva com a formação de falhas normais, mediante a execução de uma atividade prática.</p> <p>➤ Classificar falhas normais.</p> <p>➤ Formular hipóteses.</p> <p>➤ Trabalhar em grupo.</p>	<p><u>Conhecimento substantivo</u> – análise e discussão de evidências através da observação de imagens, aquisição de conhecimentos científicos respeitantes às consequências da acção das tensões distensivas na litosfera.</p> <p><u>Conhecimento processual</u> – registo e análise dos resultados da simulação, elaboração e interpretação de esquemas, elaborados a partir da simulação.</p> <p><u>Raciocínio</u> – relacionar informação, comparação de esquemas, formulação de hipóteses, interpretação de resultados obtidos com a simulação.</p> <p><u>Comunicação</u> – correcta utilização da língua, utilização de linguagem científica oral e escrita, discussão (das evidências, das hipóteses, dos resultados), capacidade de exposição de ideias, argumentação, representação esquemática de resultados</p> <p><u>Atitudes</u> – saber trabalhar em grupo, respeito pelos outros e pelo trabalho, autonomia, cooperação.</p>	<p>Falha</p> <p>Falha normal</p> <p>Tecto</p> <p>Muro</p> <p>Tensão distensiva</p>	<p><b>1-</b> Articulação com as aula anterior, relembrando, em diálogo com os alunos, a sub-questão inerente ao problema geral: "<i>Quais as consequências das forças distensivas que se fazem sentir nos limites divergentes?</i>".</p> <p>Análise e discussão dos exercícios da ficha de trabalho, já realizados na aula anterior.</p> <p><b>2-</b> Os alunos retomam a execução da ficha de trabalho, em grupo, formulando a hipótese ao problema.</p> <p><b>3-</b> Discussão das hipóteses levantadas por cada grupo.</p> <p><b>4-</b> Validação das hipóteses mediante atividade prática com uma caixa de deformação, e registo de resultados.</p> <p><b>5-</b> Conclusão da ficha de trabalho.</p> <p><b>6-</b> Discussão da ficha de trabalho e classificação de falhas normais.</p>	<p>- Caneta para escrever em quadro branco</p> <p>- Apresentação PowerPoint</p> <p>- Ficha de trabalho 2</p> <p>- Caixa de deformação</p>



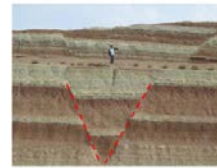
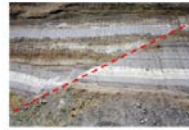
Quais as consequências das forças distensivas geradas nos limites divergentes?



1.1 Indica o tipo de formação geológica que as imagens representam.

1.2 Desenha, nas imagens, os planos de falha que encontras.

Quais as consequências das forças distensivas geradas nos limites divergentes?

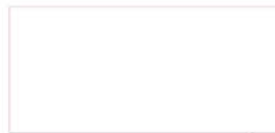


1.1 Indica o tipo de formação geológica que as imagens representam.

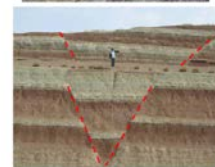
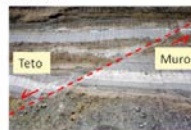
R: As imagens representam rochas sedimentares deformadas. A rocha da imagem A apresenta uma falha, e a da imagem B apresenta duas falhas.

1.2 Desenha, nas imagens, os planos de falha que encontras.

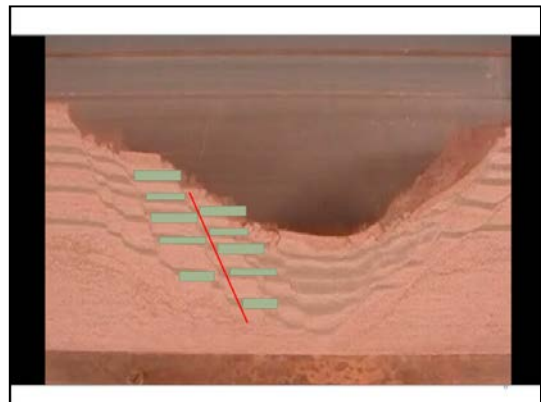
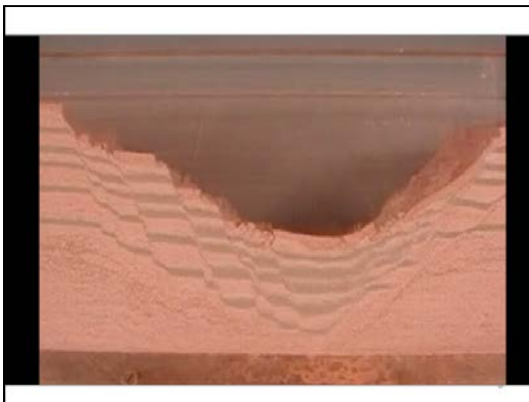
2. Compara estas estruturas com a imagem B da ficha de trabalho 1 e indica as diferenças.



2. Compara estas estruturas com a imagem B da ficha de trabalho 1 e indica as diferenças.



R: Tanto estas imagens como a da imagem B da ficha 1 representam falhas. Nestas falhas o teto desceu em relação ao muro, enquanto que na falha da ficha 1 o teto subiu em relação ao muro.



Caracteriza a rocha presente na imagem

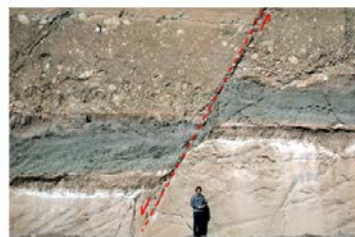


Guatemala

- Tipo de rocha
- Tipo de deformação
- Classificação da deformação
- Tensão que lhe deu origem

[http://geomaps.wv.usgs.gov/crithw/ncsl/geology/irland\\_empana/local\\_faults.html](http://geomaps.wv.usgs.gov/crithw/ncsl/geology/irland_empana/local_faults.html)

Caracteriza a rocha presente na imagem



Guatemala

- Tipo de rocha
- Tipo de deformação
- Classificação da deformação
- Tensão que lhe deu origem

[http://geomaps.wv.usgs.gov/crithw/ncsl/geology/irland\\_empana/local\\_faults.html](http://geomaps.wv.usgs.gov/crithw/ncsl/geology/irland_empana/local_faults.html)





## **APÊNDICE F**

Plano da aula VI, PowerPoint da aula VI, Ficha de trabalho 3



Data: 12 de Março de 2015 (5ªfeira, 10:15h)

Sumário: Falhas de desligamento: causas e consequências. Análise do exemplo do Golfo de Cádiz.

Temática	Descritores Metas Curriculares	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Ocorrência de dobras e falhas	<p><b>5.3.</b>Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem.</p> <p><b>15.5.</b> Explicar o modo como as relações entre a geologia, a tecnologia e a sociedade podem contribuir para a formação de uma cultura de sustentabilidade da vida na Terra.</p>	<p>➤ Compreender a construção do conhecimento científico e relacioná-lo com a divulgação da ciência</p> <p>➤ Trabalhar em grupo</p> <p>➤ Recolher dados através da análise de mapas</p>	<p><u>Conhecimento substantivo</u> – análise e discussão de evidências através da observação de mapas. Aquisição de conhecimento sobre falhas de desligamento.</p> <p><u>Conhecimento processual</u> – análise de mapas, recolha e interpretação de dados.</p> <p><u>Conhecimento epistemológico</u> – análise de estudos de investigação, relação que se estabelece entre investigadores e o seu modo de trabalhar, a natureza e a história da ciência, divulgação do conhecimento científico, relação CTSA.</p> <p><u>Raciocínio</u> – formulação de hipóteses de resposta à questão inicial, interpretação de resultados, relacionar os tipos de deformação apresentados nos mapas com as tensões que as originam.</p> <p><u>Comunicação</u> – correcta utilização da língua, utilização de linguagem científica oral e escrita, discussão (das evidências, das hipóteses, dos resultados), capacidade de exposição de ideias, argumentação.</p> <p><u>Atitudes</u> – respeito pelos outros e pelo trabalho, cooperação durante o trabalho desenvolvido em grupo, autonomia.</p>	<p>Tensão cisalhante</p> <p>Falha de desligamento</p> <p>Limite transformante</p> <p>Margem continental passiva</p> <p>Subducção</p>	<p><b>1-</b> Articulação com as aulas anteriores, recordando através de diálogo com os alunos as principais conclusões a que chegaram sobre as consequências das forças compressivas e distensivas.</p> <p><b>2-</b> Realização de uma atividade sobre a natureza da ciência: “Terá o “nosso” lado do Atlântico uma margem totalmente passiva?”. Discussão das hipóteses colocadas pelos alunos.</p> <p><b>3-</b> Apresentação dos dados obtidos pelos investigadores portugueses da FCUL/IDL. Discussão sobre as consequências dos movimentos relativos das placas litosféricas em zonas de limites transformantes. Classificação das falhas de desligamento.</p> <p><b>4-</b> Síntese da aula com a resposta ao problema geral inicialmente colocado: <i>Quais as consequências das forças resultantes dos movimentos das placas litosféricas?</i></p>	<p>- Caneta para escrever em quadro branco</p> <p>- Apresentação PowerPoint</p> <p>- Ficha de trabalho nº 3</p>



# Terá o "nosso" lado do Atlântico uma margem passiva?

O que é preciso fazer para o saber?  
Quem o tem vindo a investigar?  
Será que já existe uma resposta?



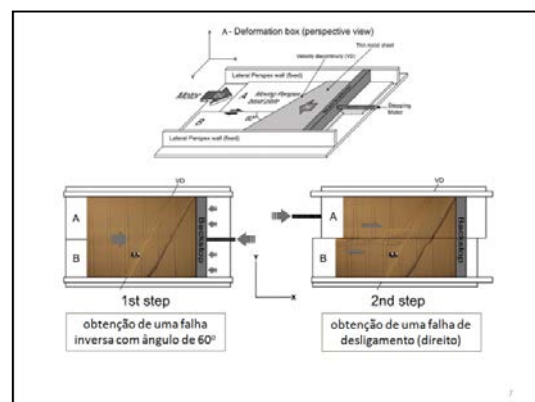
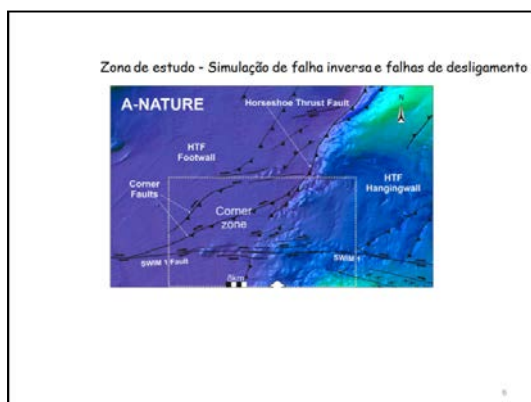
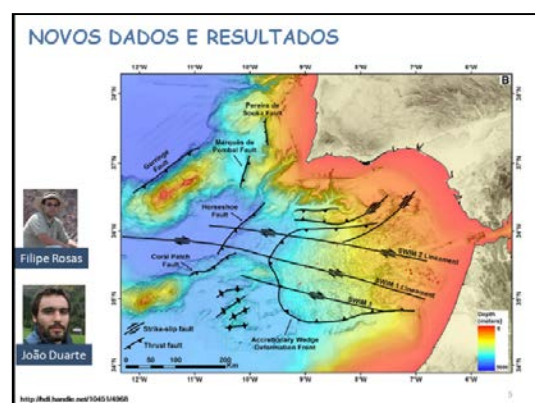
## NOVA RECOLHA DE DADOS

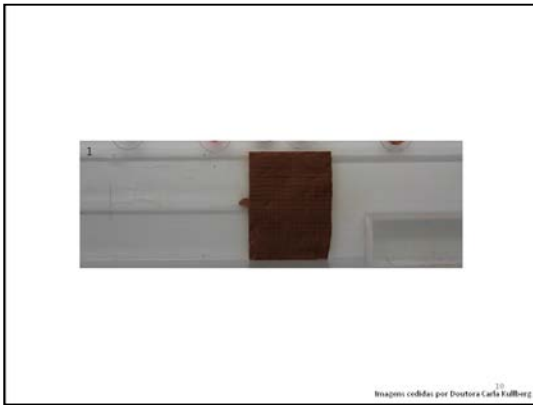
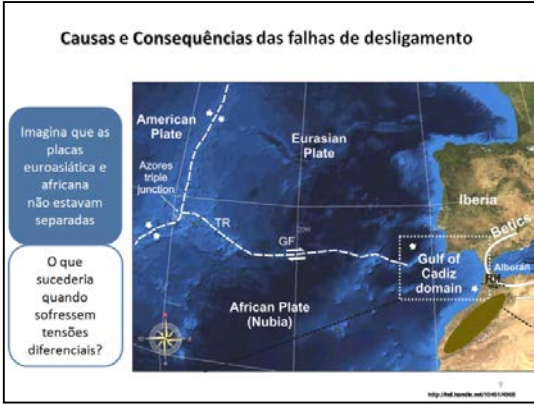
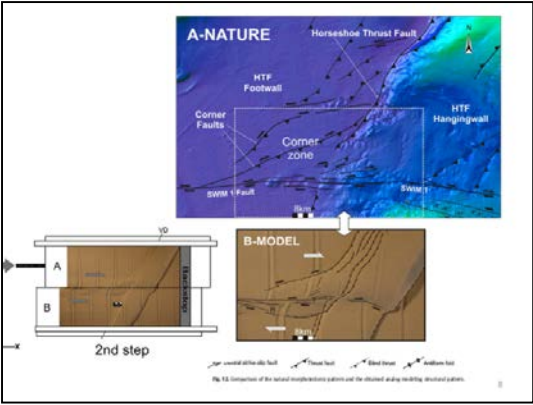
**Contribuidores:**  
Pedro Terrinha, Nevio Zitellini, Eulália Gracia, Luis Matias

**14 instituições**  
**7 países**  
**19 campanhas de amostragem (2000-2006)**

**BATHYMETRY OF THE GULF OF CADIZ, NE ATLANTIC OCEAN: THE SWIM MULTIBEAM COMPILED**  
Scale: 1:750 000  
Magnetic Projection: UTM  
Datum: WGS84

**Cartógrafos:**  
The SWIM multibeam bathymetry compilation of the Gulf of Cadiz area and SWIM project of Portugal for the first time, presents a new bathymetric map of the Gulf of Cadiz area, which is the result of the compilation of the bathymetric data collected by the SWIM project during the years 2000-2006. The map is the result of the compilation of the bathymetric data collected by the SWIM project during the years 2000-2006. The map is the result of the compilation of the bathymetric data collected by the SWIM project during the years 2000-2006.







30  
Imagens cedidas por Doutora Carla Kullberg



30  
Imagens cedidas por Doutora Carla Kullberg



30  
Imagens cedidas por Doutora Carla Kullberg



30  
Imagens cedidas por Doutora Carla Kullberg



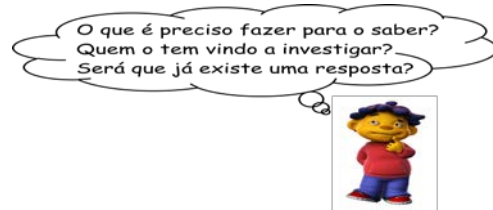
30  
Imagens cedidas por Doutora Carla Kullberg





### Ficha de Trabalho 3

#### Terá o “nosso” lado do Atlântico uma margem totalmente passiva?



Há uns anos um grupo de investigadores partiu desta dúvida, e desde então têm vindo a ser levados a cabo muitos estudos que têm permitido saber mais sobre o movimento das placas litosféricas na região do golfo de Cádiz, a sul de Portugal. Esta região tem vindo a ser alvo de importantes estudos, uma vez que se pensa ter sido o local de origem do sismo de 1755, e é o local de origem de grande parte dos sismos sentidos em Portugal continental.



Figura 1 – Margem Este do Oceano Atlântico.

Os trabalhos têm vindo a ser desenvolvidos em parceria com mais do que uma entidade nacional e internacional (Universidades, Centros de Investigação) e envolvem investigadores de diversas áreas, o que permite criar grupos multidisciplinares em que há uma grande partilha de conhecimento.

1. **Compara** esta forma de fazer investigação com a investigação que Alfred Wegener levou a cabo no século XX, quando formulou a hipótese da deriva continental.
2. Como ponto de partida, os investigadores, além de outra informação, possuíam o seguinte mapa (figura 2).

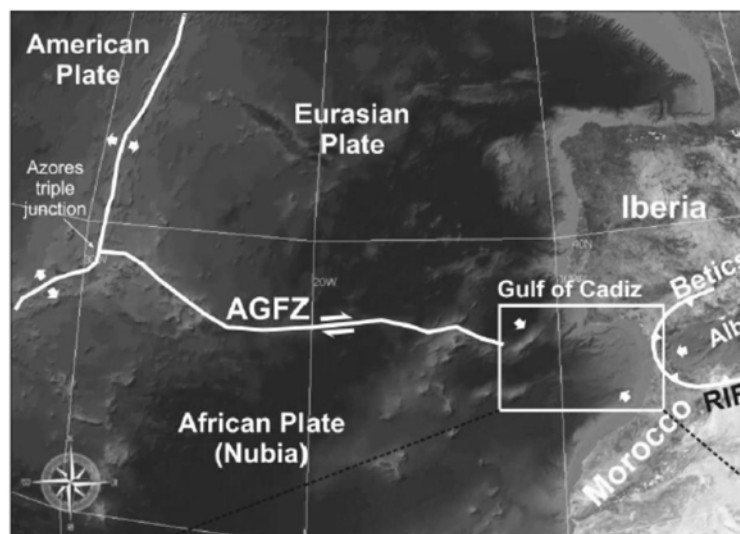


Figura 2 – Evidência dos limites entre as placas Americana, Africana e Euroasiática (AGFZ – Zona de fratura Açores-Gibraltar).

**2.1. Analisa** o mapa e **indica** quais os dados que dele retiras.

**3.** No ano 2000 começaram uma série de campanhas de amostragem que permitiram fazer o levantamento de dados de batimetria na região do Golfo de Cádis. Dessas campanhas e com ajuda de programas de modelação, foi elaborado um mapa batimétrico (figura 3).

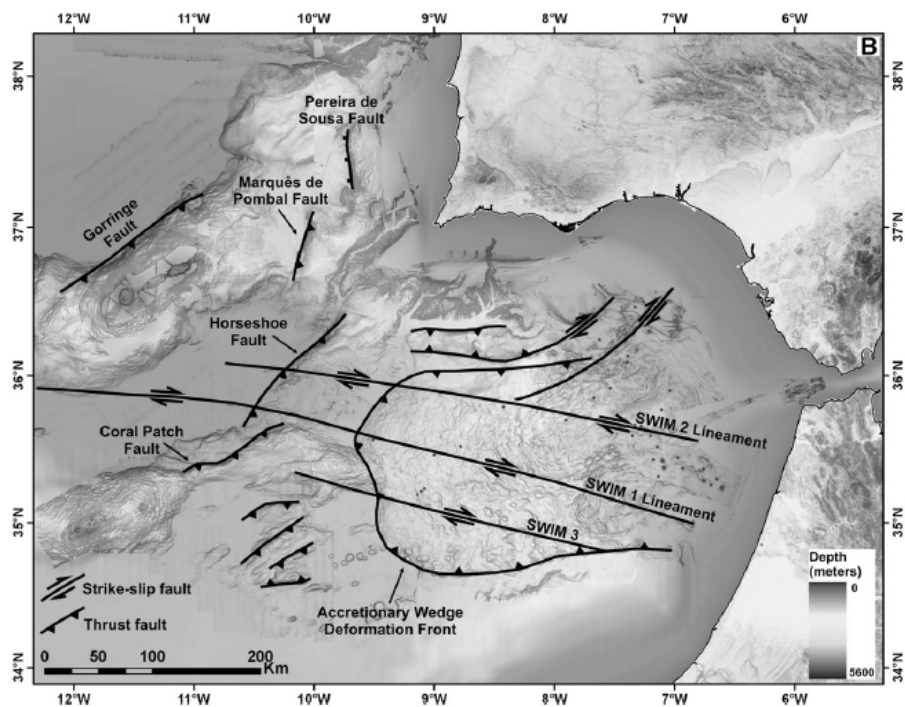


Figura 3 - Mapa batimétrico do Golfo de Cádis.

—●— Dobra antiforma; —▲— Falha inversa;  
—■— Falha normal; —⇌— Limite transformante

**3.1. Analisa** o mapa e **indica** os dados que dele retiras.

**4.** Com as evidências que recolheste aquando da análise dos mapas e com todo o conhecimento que adquiriste com o estudo dos movimentos das placas litosféricas, **coloca** uma **hipótese** como resposta à questão inicial.

## **APÊNDICE G**

Plano da aula VII, Powerpoint da aula VII, Folha do relatório em V de Gowin (por preencher e com indicações para os alunos), proposta de preenchimento do relatório em V de Gowin



Data: 7 de Abril de 2015 (3ªfeira, 9:05h)

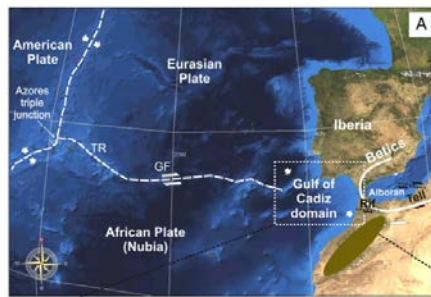
Sumário: Actividade prática sobre os comportamentos dúctil, elástico e frágil, do material rochoso.

Temática	Descritores Metas Curriculares	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Ocorrência de dobras e falhas	<p><b>5.1.</b>Distinguir comportamento frágil de comportamento dúctil, em materiais diversos, com base numa actividade prática laboratorial.</p> <p><b>5.2.</b>Explicar a formação de dobras e de falhas, com base numa actividade prática laboratorial.</p> <p><b>5.3.</b>Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem.</p> <p><b>5.5.</b>Relacionar a deformação das rochas com a formação de cadeias montanhosas</p>	<p>➤ Compreender o comportamento do material rochoso, aquando da aplicação de uma tensão, mediante uma actividade prática.</p> <p>➤ Manusear diferentes materiais, aplicando diferentes tipos de tensão.</p> <p>➤ Analisar diferentes variáveis.</p> <p>➤ Elaborar um relatório em V de Gowin.</p>	<p><u>Conhecimento substantivo</u> - análise e discussão de evidências – deformação dos materiais, aquisição de conhecimentos</p> <p><u>Conhecimentos processual</u> – manipulação de diferentes materiais, elaboração e interpretação de esquemas, análise e avaliação de resultados</p> <p><u>Raciocínio</u> - interpretação de resultados, resolução de problemas, análise de variáveis</p> <p><u>Comunicação</u> - utilização de linguagem científica, comunicação oral e escrita, síntese de ideias</p> <p><u>Atitudes</u> - cooperação, responsabilidade, respeito, autonomia</p>	<p>Tensão</p> <p>Tensão compressiva</p> <p>Tensão distensiva</p> <p>Comportamento dúctil</p> <p>Comportamento frágil</p>	<p><b>1-</b> Articulação com as aulas anteriores, recordando em diálogo com os alunos as principais deformações resultantes das forças compressivas, extensivas e de cisalhamento, permitindo responder à questão problema: “Quais as consequências das forças resultantes dos movimentos das placas litosféricas?”. Levantar um novo problema: “De que modo o tipo de rocha influencia o tipo de deformações estudadas?”.</p> <p><b>2-</b> Para os alunos darem resposta ao problema formulado é-lhes proposto que realizem uma actividade prática de manuseamento do pau de giz, uma folha de papel, um elástico e uma goma, com registo de resultados.</p> <p><b>3-</b> Discussão, em grande grupo, sobre os resultados. Análise das variáveis em causa.</p> <p><b>4-</b> Na sequência da discussão da resposta ao problema anterior, levantar novo problema: “De que modo a temperatura influencia o tipo de deformação estudada?”</p> <p><b>5-</b> Para dar resposta a este novo problema os alunos realizam uma actividade prática que envolve o manuseamento de uma goma à temperatura ambiente e uma goma congelada com registo de resultados.</p> <p><b>6-</b> Discussão dos resultados, analisando a variável em causa. Síntese dos resultados.</p> <p><b>7-</b> Explicação sobre as regras de elaboração de um relatório em V de Gowin. Elaboração do relatório.</p>	<p>- Caneta para escrever em quadro branco</p> <p>- Apresentação PowerPoint</p> <p>- Folhas de papel</p> <p>- Paus de giz</p> <p>- Elásticos</p> <p>- Gomas (temperatura ambiente e congeladas)</p> <p>- Ficha para elaboração do relatório em V de Gowin.</p>



Problema: Terá o "nosso" lado do Atlântico uma margem passiva?

### Falhas transformantes: Causas






**Problema:** Terá o "nosso" lado do Atlântico uma margem passiva?




### Falhas transformantes: Causas



Quais as consequências das forças resultantes dos movimentos das placas litosféricas?

Limite	Exemplos	Deformações observadas	Tipo de força
 convergente	Andes/Himalaias/ Fossa das Marianas		<b>Tensão compressiva</b>
 divergente	Islândia, Rifte Africano, Crista médio-oceânica		<b>Tensão distensiva</b>
 transformante	Falha de Sto. André		<b>Tensão de cisalhamento</b>

Quais as consequências das forças resultantes dos movimentos das placas litosféricas?

Limite	Exemplos	Deformações observadas	Tipo de força
 convergente	Andes/Himalaias/ Fossa das Marianas	- <u>Dobras</u> (antiforme e sinforma) - <u>Falhas Inversas</u> (teto sobe em relação ao muro) - <u>Cadeias montanhosas</u>	<b>Tensão compressiva</b>
 divergente	Islândia, Rife Africano, Crista médio-oceânica	- <u>Falhas Normais</u> (teto desce em relação ao muro) - <u>Vales</u>	<b>Tensão distensiva</b>
 transformante	Falha de Sto. André	- <u>Falhas de deslizamento</u> (os blocos deslizam na horizontal)	<b>Tensão de cisalhamento</b>

Quais as consequências das forças resultantes dos movimentos das placas litosféricas?

- ☞ As **tensões compressivas** geradas nos limites convergentes provocam o enrugamento da litosfera levando à formação de **cadeias montanhosas** (orogênias). As rochas que sofreram compressão apresentam-se deformadas por **dobras e falhas inversas**
- ☞ As **tensões distensivas** geradas ao nível dos limites divergentes levam ao surgimento de **falhas normais**
- ☞ As **tensões de cisalhamento** geradas ao nível dos limites transformantes provocam deslizamento das placas ao longo uma da outra (na horizontal) – **falha de deslizamento**

**Problema: "De que modo o tipo de rocha influencia o desenvolvimento de deformações?"**



## TAREFA 1

Materials: - pau de giz  
- folha de papel

### Procedimento:

- 1) Exerce uma tensão **compressiva** no **pau de giz** e na **folha de papel**
- 2) Regista os resultados através de um **esquema**

- ⊗ Ocorreu deformação dos materiais?
- ⊗ O que variou?

Problema: "De que modo o tipo de rocha influencia o desenvolvimento de deformações?"



## TAREFA 2

Materiais: - elástico  
- goma à temperatura ambiente

**Procedimento:**

- 1) Exerce uma **tensão distensiva** no **elástico** e na **goma** à temperatura ambiente
- 2) Regista os resultados através de um esquema

- ☉ Ocorreu deformação dos materiais?
- ☉ O que variou?

## Folha para redigir o relatório em V de Gowin

<p><b>Teoria:</b></p> <p><b>Princípios:</b></p>      <p><b>Conceitos:</b></p>      <p><b>Procedimento:</b></p>      	<p>De que modo o tipo de rocha e a temperatura influenciam o comportamento das rochas?</p>	<p><b>Conclusões:</b></p>         <p><b>Interpretação de resultados:</b></p>      <p><b>Resultados:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <th style="width: 33%; text-align: center;">Tensão Material</th> <th style="width: 33%; text-align: center;">Esquema</th> <th style="width: 33%; text-align: center;">Tipo de tensão aplicada</th> </tr> <tr> <td>Giz</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Papel</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Elástico</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 33%; text-align: center;">Tensão Material</th> <th style="width: 33%; text-align: center;">Esquema</th> <th style="width: 33%; text-align: center;">Tipo de tensão aplicada</th> </tr> <tr> <td>Goma</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Goma congelada</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Tensão Material	Esquema	Tipo de tensão aplicada	Giz			Papel			Elástico			Tensão Material	Esquema	Tipo de tensão aplicada	Goma			Goma congelada		
Tensão Material	Esquema	Tipo de tensão aplicada																					
Giz																							
Papel																							
Elástico																							
Tensão Material	Esquema	Tipo de tensão aplicada																					
Goma																							
Goma congelada																							



## Verso da folha do relatório com indicações

Questão – Problema																						
<p><b>Teoria:</b> (Conhecimento atualmente aceite pela comunidade científica) Comportamento do material rochoso quando sujeito a uma tensão</p> <p><b>Princípios:</b> (Ideias que favorecem bases de apoio à teoria; conhecimentos prévios necessários à realização da experiência, organizados do geral para o particular)</p> <p>Deves referir: os movimentos das placas litosféricas, tensões, deformação das rochas (dobras e falhas), o comportamento dos materiais sujeitos a uma tensão e os fatores que influenciam esse comportamento.</p> <p><b>Conceitos:</b> (termos incluídos nos princípios e cujo conhecimento é necessário) Ex. dobra, tensão compressiva</p> <p><b>Procedimento:</b> (conjunto de atividades que permitem a obtenção dos dados – protocolo) Ex. Aplicar uma tensão compressiva no pau de giz, e numa folha de papel</p>	<p style="text-align: center; font-size: 2em;">?</p> <p><b>Conclusões:</b> (resposta à questão central) Deves referir: quais os fatores que influenciam o comportamento da rocha, e de que forma, em que situação a rocha apresenta comportamento frágil e em que situação apresenta comportamento dúctil, e que tipo de deformação se origina em cada situação.</p> <p><b>Interpretação de resultados:</b> (análise e explicação dos resultados) Deves referir: o que sucedeu a cada um dos materiais após aplicar cada uma das tensões, e qual a variável em causa em cada situação (o que variou).</p> <p><b>Resultados:</b> (descrição dos resultados obtidos)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Tensão Material</th> <th style="text-align: center;">Esquema</th> <th style="text-align: center;">Tipo de tensão aplicada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Giz</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Papel</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Elástico</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Tensão Material</th> <th style="text-align: center;">Esquema</th> <th style="text-align: center;">Tipo de tensão aplicada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Goma</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Goma congelada</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Tensão Material	Esquema	Tipo de tensão aplicada	Giz			Papel			Elástico			Tensão Material	Esquema	Tipo de tensão aplicada	Goma			Goma congelada		
Tensão Material	Esquema	Tipo de tensão aplicada																				
Giz																						
Papel																						
Elástico																						
Tensão Material	Esquema	Tipo de tensão aplicada																				
Goma																						
Goma congelada																						

## Proposta de preenchimento do relatório em V de Gowin

<p><b>Teoria:</b> Comportamento do material rochoso quando sujeito a uma tensão</p> <p><b>Princípios:</b> Os movimentos das placas litosféricas originam tensões sentidas sobretudo ao nível dos limites. Nos limites convergentes geram-se tensões compressivas, nos limites divergentes, tensões distensivas e nos limites transformantes, tensões de cisalhamento.</p> <p>Estas tensões são um dos fatores responsáveis pela deformação dos materiais rochosos. Estas deformações traduzem-se em dobras ou falhas.</p> <p>Quando a rocha arqueia forma-se uma dobra e quando a rocha fratura gerando movimento dos blocos forma-se uma falha.</p> <p>Os materiais apresentam um comportamento elástico, frágil ou dúctil conforme a sua composição, a intensidade da tensão, a pressão e a temperatura a que estão sujeitos.</p> <p><b>Conceitos:</b> dobra, falha, tensão compressiva, tensão distensiva, comportamento dúctil, comportamento frágil, comportamento elástico</p> <p><b>Procedimento:</b> Aplicar uma tensão compressiva no pau de giz, e numa folha de papel</p> <p>Aplicar uma tensão distensiva num elástico e numa goma.</p> <p>Aplicar uma força compressiva numa goma à temperatura ambiente e repetir o procedimento para uma goma congelada</p>	<p>De que modo o tipo de rocha e a temperatura influenciam o comportamento das rochas?</p>	<p><b>Conclusões:</b> O comportamento das rochas é influenciado tanto pelo tipo de material que a constitui como pela temperatura a que está sujeita.</p> <p>A temperaturas mais elevadas há tendência para a rocha ter um comportamento dúctil e a temperatura mais baixas, um comportamento frágil. Também a intensidade e o tempo de aplicação da tensão influenciam o comportamento da rocha. Esta pode apresentar um comportamento elástico até atingir o ponto de ruptura.</p> <p>Na Natureza existem dois comportamentos típicos das rochas quando sujeitas a uma tensão, ou se comportam como um sólido e fraturam ou se comportam como um líquido e formam dobras.</p> <p><b>Interpretação de resultados:</b> Ao aplicar uma tensão compressiva o pau de giz quebrou e a folha de papel dobrou e voltou à posição inicial quando a tensão deixou de ser exercida. Neste caso, ao aplicar o mesmo tipo de tensão variou o comportamento do material.</p> <p>Ao aplicar uma tensão distensiva o elástico e a goma à temperatura ambiente alongaram e quando a tensão deixou de ser exercida voltaram à posição inicial. Ao aplicar uma tensão mais intensa acabaram por quebrar.</p> <p>A goma congelada fraturou ao aplicar uma tensão compressiva. Deste modo pôde observar-se que aplicando o mesmo tipo de tensão, na mesma intensidade, a goma se comportou de forma diferente. A uma temperatura mais elevada dobrou e a uma temperatura mais baixa fraturou.</p> <p><b>Resultados:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <th style="text-align: center;">Tensão Material</th> <th style="text-align: center;">Esquema</th> <th style="text-align: center;">Tipo de tensão aplicada</th> </tr> <tr> <td>Giz</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Papel</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Elástico</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">Tensão Material</th> <th style="text-align: center;">Esquema</th> <th style="text-align: center;">Tipo de tensão aplicada</th> </tr> <tr> <td>Goma</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Goma congelada</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Tensão Material	Esquema	Tipo de tensão aplicada	Giz			Papel			Elástico			Tensão Material	Esquema	Tipo de tensão aplicada	Goma			Goma congelada		
Tensão Material	Esquema	Tipo de tensão aplicada																					
Giz																							
Papel																							
Elástico																							
Tensão Material	Esquema	Tipo de tensão aplicada																					
Goma																							
Goma congelada																							

## **APÊNDICE H**

Plano da aula VIII, PowerPoint da aula VIII



**PLANO DA AULA VIII (50'+50')**

**Data:** 9 de Abril de 2015 (5ªfeira, 10:15h)

**Sumário:** Conclusão da actividade prática sobre comportamento dos materiais. Elaboração de um relatório em V de Gowin.

Temática	Descritores Metas Curriculares	Objectivos para o aluno	Competências a desenvolver pelo aluno	Conceitos	Sequência da aula	Recursos
Ocorrência de dobras e falhas	<p><b>5.1.</b>Distinguir comportamento frágil de comportamento dúctil, em materiais diversos, com base numa actividade prática laboratorial.</p> <p><b>5.2.</b>Explicar a formação de dobras e de falhas, com base numa actividade prática laboratorial.</p>	<p>➤ Manusear diferentes materiais, aplicando diferentes tipos de tensão.</p> <p>➤ Analisar diferentes variáveis</p> <p>➤ Elaborar um relatório em V de Gowin</p>	<p><u>Conhecimento substantivo</u> - análise e discussão de evidências – deformação dos materiais, aquisição de conhecimentos</p> <p><u>Conhecimentos processual</u> - elaboração e interpretação de esquemas, análise e avaliação de resultados</p> <p><u>Raciocínio</u> - interpretação de resultados, resolução de problemas, análise de variáveis</p> <p><u>Comunicação</u> - utilização de linguagem científica, comunicação oral e escrita, síntese de ideias</p> <p><u>Atitudes</u> - cooperação, responsabilidade, respeito, autonomia</p>	<p>Tensão</p> <p>Tensão compressiva</p> <p>Tensão distensiva</p> <p>Comportamento dúctil</p> <p>Comportamento frágil</p>	<p><b>1-</b>Síntese da aula anterior. Discussão e interpretação, em grande grupo, dos resultados obtidos</p> <p><b>2-</b>Levantar um novo problema: De que modo a temperatura influencia o tipo de deformação estudada?</p> <p><b>3-</b> Para dar resposta a este novo problema os alunos realizam uma actividade prática que envolve o manuseamento de uma goma à temperatura ambiente e uma goma congelada registando os resultados.</p> <p><b>4-</b> Discussão dos resultados, analisando a variável em causa. Síntese dos resultados.</p> <p><b>5-</b>Explicação sobre as regras de elaboração de um relatório em V de Gowin. Elaboração do relatório.</p>	<p>- Caneta para escrever em quadro branco</p> <p>- Apresentação PowerPoint</p> <p>- Gomas à temperatura ambiente e congeladas</p> <p>- Ficha para elaboração do relatório em V de Gowin.</p>



Problema: “De que modo a temperatura influencia o desenvolvimento de deformações?”



## TAREFA 3

Materiais: - goma à temperatura ambiente  
- goma congelada

Procedimento:

- 1) Exerce uma **tensão compressiva** na **goma** à temperatura ambiente e na **goma congelada**
- 2) Regista os resultados através de um esquema

☉ Ocorreu deformação dos materiais?

☉ O que variou?





# **APÊNDICE I**

Questionários de Avaliação



## Questionário de Avaliação (A, B e C)

1 - Gostaste de realizar esta atividade?

Classifica-a quanto ao grau de satisfação. Faz um círculo em redor do número que corresponde à tua opinião.

**1** - Nada satisfeito, **2** - Indiferente, **3** - Pouco satisfeito, **4** - Satisfeito, **5** - Muito satisfeito

2 - Consideras que aprendeste novos conceitos? Assinala com uma x, se sim, dá um exemplo.

☐ Não ☐ Sim, dá um exemplo: \_\_\_\_\_

3 - Que dificuldade(s) encontraste?

---

---

4 - O que mudarias numa próxima vez?

---

---

### Autoavaliação

Preenche a grelha tendo como referência a tua prestação.

Indicador	Nada satisfatória	Indiferente	Satisfatória	Muito Satisfatória
Participação				
Organização do grupo				
Capacidade de ouvir os outros				

### Heteroavaliação

Preenche a grelha tendo como referência a prestação dos elementos do grupo.

Indicador	Nada satisfatória	Indiferente	Satisfatória	Muito Satisfatória
Participação				
Organização do grupo				
Capacidade de ouvir os outros				

Outras Observações:

---

Obrigada! 😊

## Questionário de Avaliação (D)

1 - Gostaste de realizar esta atividade?

Classifica-a quanto ao grau de satisfação. Faz um círculo em redor do número que corresponde à tua opinião.

1 - Nada satisfeito, 2 - Indiferente, 3 - Pouco satisfeito, 4 - Satisfeito, 5 - Muito satisfeito

2 - Consideras que aprendeste novos conceitos? Assinala com uma x, se sim, dá um exemplo.

☐ Não ☐ Sim, dá um exemplo: \_\_\_\_\_

3 - Que dificuldade(s) encontraste?

---

---

4 - O que mudarias numa próxima vez?

---

---

### Autoavaliação

Preenche a grelha tendo como referência a tua prestação.

Indicador	Nada satisfatória	Indiferente	Satisfatória	Muito Satisfatória
Participação				
Organização do grupo				
Capacidade de ouvir os outros				

### Heteroavaliação

Preenche a grelha tendo como referência a prestação dos elementos do grupo.

Indicador	Nada satisfatória	Indiferente	Satisfatória	Muito Satisfatória
Participação				
Organização do grupo				
Capacidade de ouvir os outros				

De entre todas as atividades realizadas, **indica**:

Qual foi a maior dificuldade que encontraste na sua realização

---

O que mais gostaste e o que menos gostaste de fazer?

---

O que consideras que mais contribuiu para as tuas aprendizagens?

---

Obrigada! 😊

## **APÊNDICE J**

Teste de avaliação sumativa e Proposta de correcção



# Teste de Avaliação Sumativa

## Grupo I

A região central de Portugal, entre rio Maior, Alcobaça, Porto de Mós, Batalha, Leiria, Ourém, Torres Novas e Alcanena, é ocupada por serras calcárias que constituem o Maciço Calcário Estremenho. Dele fazem parte duas serras principais, a de Aire e a dos Candeeiros.

Esta região é caracterizada por não ser atravessada por qualquer rio, já que a água das chuvas se infiltra quase completamente nas fendas da rocha em vez de escorrer pelas vertentes e originar rios. É que, ao contrário das outras rochas, o calcário é dissolvido pela água. Esta esculpe curiosas formações, desde simples rendilhados, pequenas pias, marmitas e cristas aguçadas até aos maiores pedestais.

[www.grutasdemiradaire.com](http://www.grutasdemiradaire.com) (adaptado)

1. **Seleciona** a única opção que permite obter uma afirmação correta.

O calcário é uma rocha sedimentar \_\_\_\_\_ resultante da \_\_\_\_\_ do carbonato de cálcio.

- (A) detrítica [...] evaporação.
- (B) quimiogénica [...] evaporação
- (C) quimiogénica [...] precipitação.
- (D) detrítica [...] precipitação.

2. **Explica** por que razão não se formam rios na região do Maciço Calcário Estremenho.

3. **Ordena** as letras de **A** a **F**, de modo a reconstituíres o processo de formação de uma rocha sedimentar detrítica.

- A. Meteorização
- B. Cimentação
- C. Compactação
- D. Erosão
- E. Sedimentação
- F. Transporte

## Grupo II

A hipótese de se estar a formar no oceano Atlântico uma nova zona de subducção na margem sudoeste ibérica é admitida num estudo publicado na revista científica de referência internacional "Geology".

A possibilidade avançada por este estudo implica que, à escala do tempo geológico (cerca de 20 milhões de anos), esta região pode vir a tornar-se numa margem continental semelhante à das regiões periféricas do Pacífico, onde a intensa atividade tectónica gera uma instabilidade sísmica e vulcânica muito forte.

Adaptado de <http://expresso.sapo.pt/cientistas-identificam-nova-fratura-tectonica-na-costa-portuguesa=f814866#ixzz3XUN3DG9Z>

1. **Observa** o diagrama da figura 1 que representa um corte realizado numa margem Este do Pacífico.

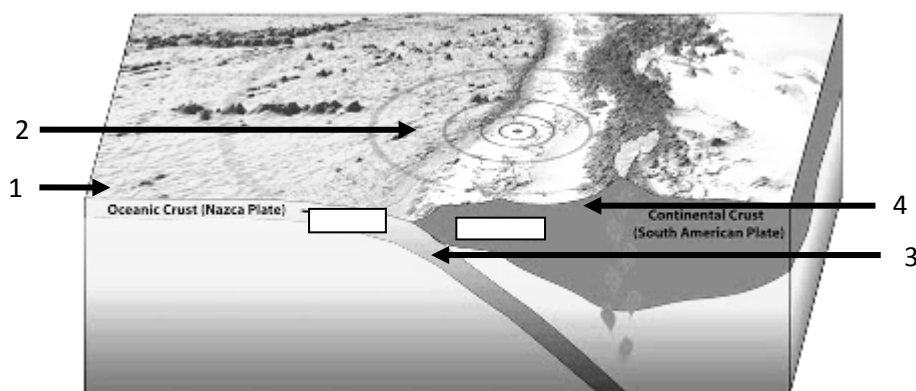


Figura 1. Corte de uma margem Este do oceano Pacífico.

- 1.1 **Indica** o movimento das placas litosféricas, desenhando setas nos respetivos retângulos.

- 1.2 **Seleciona** a única opção que permite obter uma afirmação correta.

Na zona assinalada com **3** ocorre \_\_\_\_\_, e na zona assinalada com **4** ocorre \_\_\_\_\_.

- (A) subducção de litosfera oceânica [...] enrugamento de litosfera continental.
- (B) enrugamento de litosfera oceânica [...] subducção de litosfera oceânica.
- (C) subducção de litosfera continental [...] enrugamento de litosfera continental.
- (D) enrugamento de litosfera continental [...] subducção de litosfera oceânica.

- 1.3 **Comenta** a seguinte frase: “Na zona assinalada com o número 2 a litosfera é mais antiga do que na zona assinalada com o número 1”.



**2. Observa** com atenção a figura 2.



**Figura 2.** Deformações rochosas.

**2.1 Desenha**, em cada uma das figuras, setas que representem o sentido das tensões que originaram as deformações.

**2.2 Qual a designação de** cada uma das tensões que representaste na questão anterior.

**2.3 Identifica as deformações A e B representadas na figura 2.**

**2.4 Qual o** comportamento das rochas **em A e B**, da figura 2, para originarem deformação representada.

**2.5 Seleciona** a única opção que permite obter uma afirmação correta.

A deformação da rocha da imagem **B** ocorreu \_\_\_\_\_.

- (A) à superfície, devido ao calor do sol.
- (B) em profundidade, a temperaturas elevadas.
- (C) à superfície, devido à ação dos gelos.
- (D) em profundidade, a temperaturas baixas.

**2.6 Prevê, justificando**, o que poderá acontecer às rochas da imagem **B** se a intensidade da tensão aumentar.

### Grupo III

As ilhas Aleutas fazem parte do Anel de Fogo do Pacífico, constituindo um alinhamento encurvado de ilhas vulcânicas, também denominado arco insular ou arco vulcânico. O arco insular das Aleutas ou arco do Alasca, como é também designado, marca a fronteira entre a Placa do Pacífico e a Placa Norte-Americana. Apresenta, aproximadamente, vinte e quatro vulcões ativos e aí ocorrem frequentemente sismos.

Em Novembro de 2014 o vulcão Pavlof entrou em erupção. A atividade iniciou-se com a emissão de cinzas até cerca de 3 km de altitude e produção de fontes de lava numa cratera situada imediatamente a norte da cratera principal.

O mapa da figura 3 representa, de forma simplificada, o contexto tectónico das ilhas Aleutas.

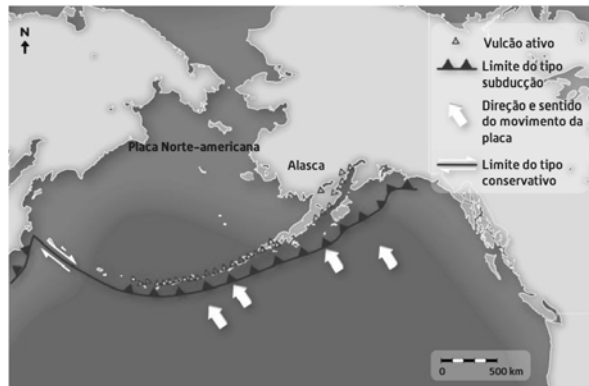


Figura 3. Contexto tectónico das ilhas Aleutas.

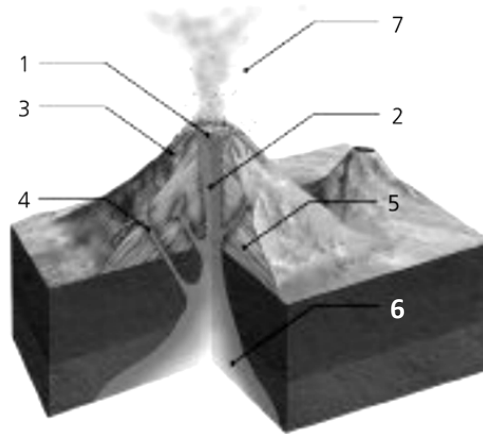
IAVE e [www.cvarg.azores.gov.pt](http://www.cvarg.azores.gov.pt) (adaptado)

Na resposta às questões 1 e 2, seleciona a única opção que permite obter uma afirmação correta.

1. A atividade vulcânica verificada na região das ilhas Aleutas é resultado da existência de um \_\_\_\_\_.  
(A) limite convergente, evidenciado pela presença de uma fossa oceânica.  
(B) limite convergente, evidenciado pela presença de uma dorsal oceânica.  
(C) limite divergente, evidenciado pela presença de uma dorsal oceânica.  
(D) limite divergente, evidenciado pela presença de uma fossa oceânica.
2. No arco insular das Aleutas ocorre \_\_\_\_\_.  
(A) afastamento entre a placa do Pacífico e a placa Norte-Americana, com destruição de placa litosférica.  
(B) afastamento entre a placa do Pacífico e a placa Norte-Americana, com criação de placa litosférica.  
(C) aproximação entre placa do Pacífico e a placa Norte-Americana, com criação de placa litosférica.  
(D) aproximação entre a placa do Pacífico e a placa Norte-Americana, com destruição de placa litosférica.

**3.** A imagem da figura 4 representa a estrutura de um vulcão.

**3.1** Faz a legenda da figura 4, utilizando os números de 1 a 7.



**Figura 4.** Estrutura de um vulcão.

**3.2** Faz **corresponder**, a cada uma das afirmações seguintes, um algarismo da legenda da figura 4.

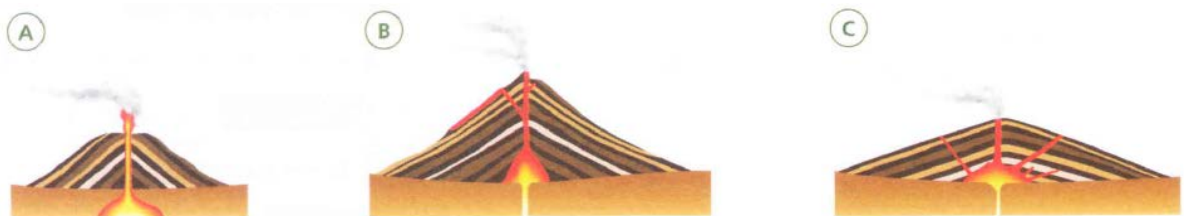
Escreve, na folha de teste, apenas as letras e os números correspondentes.

- A.** Canal que liga a câmara magmática à superfície.
- B.** Reservatório localizado nas zonas profundas da crosta ou na parte superior do manto.
- C.** Abertura em forma de funil, à superfície, por onde saem os materiais vulcânicos.
- D.** Estrutura cônica resultante da acumulação dos materiais libertados.

**3.3** **Explica** o que poderá acontecer quando o magma que alimenta este vulcão se esgotar.

**3.4** **Indica** três produtos que podem ser libertados durante uma erupção vulcânica.

**4.** Os esquemas **A**, **B** e **C** da figura 5 correspondem a três exemplos de aparelhos vulcânicos.



**Figura 5.** Tipos de vulcão.

**4.1** **Indica, justificando**, qual dos esquemas poderá corresponder ao vulcão Pavlof das ilhas Aleutas, referido no texto anterior.

**4.2** **Explica** por que razão os três cones podem apresentar formas diferentes.

5. O vulcão Mauna Loa situa-se na ilha Havai. Ocasionalmente, a lava incandescente sobe e transborda pelo cone pouco inclinado. Os rios de lava que se formam podem atingir grandes distâncias, queimando tudo à sua passagem.

**5.1 Comenta** a seguinte afirmação: “Erupções idênticas à do vulcão Mauna Loa causam danos consideráveis à vida selvagem e às estruturas criadas pelo Homem, mas não são muito perigosas para as pessoas”.

Na resposta às questões 8 e 9, seleciona a única opção que permite obter uma afirmação correta.

6. Numa erupção vulcânica de características efusivas \_\_\_\_\_.

- (A) ocorre libertação de piroclastos e grandes quantidades de gases.
- (B) ocorrem frequentemente explosões.
- (C) os magmas são fluidos e pobres em gases.
- (D) formam-se grandes nuvem ardentes.

7. Os piroclastos são \_\_\_\_\_.

- (A) gases tóxicos.
- (B) lavas incandescentes, muito fluidas.
- (C) manifestações secundárias de vulcanismo.
- (D) pedaços de lava já solidificada.

**Bom Trabalho! 😊**

## PROPOSTA DE CORRECÇÃO DO TESTE DE AVALIAÇÃO SUMATIVA (5/5/2015)

1. C (3 pontos)

2. O aluno deve referir:

- A região central de Portugal é constituída por rocha calcária,
- O calcário é permeável, permitindo a infiltração da água na rocha (o que leva à sua dissolução). Como não há acumulação de água à superfície não se formam rios

### Critério de avaliação (2 tópicos de resposta)

2 tópicos sem incorrecções - 6 pontos

2 tópicos com incorrecções - 4 pontos

1 tópico sem incorrecções - 3 pontos

1 tópico com incorrecções - 2 pontos

3. ADFECB (4 pontos)

### Grupo II

1. .

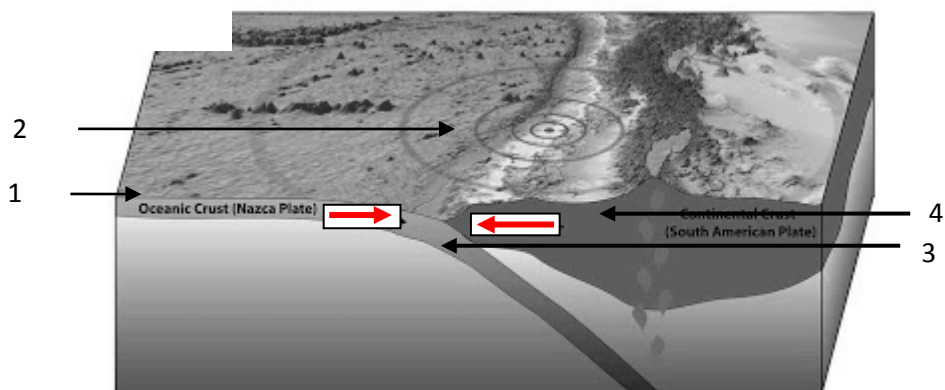


Figura 1. Corte de uma margem Este do oceano Pacífico.

1.1. (2 pontos)

1.2.– A (3 pontos)

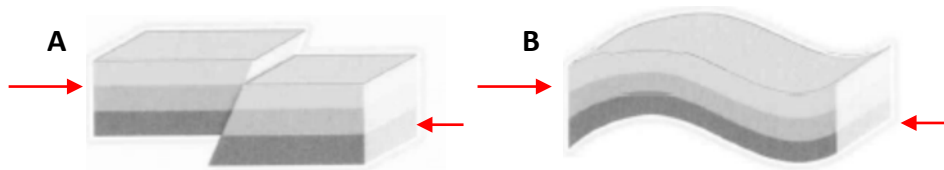
**1.3.** O aluno deve referir:

- A frase corresponde a uma afirmação correcta
- A zona assinalada com o número 1 está mais próxima do rifte, zona onde ocorre formação de litosfera; a zona assinalada com o número 2 está mais afastada da zona de rifte
- Quanto mais afastadas da zona de rifte, onde há formação de litosfera, mais antigas são as rochas que constituem a litosfera

<b>Critério de avaliação ( 3 tópicos de resposta)</b>
3 tópicos com incorrecções - 7 pontos
2 tópicos sem incorrecções - 5 pontos
2 tópicos com incorrecções - 4 pontos
1 tópico sem incorrecções - 3 pontos
1 tópico com incorrecções - 2 pontos

**2.**

**2.1.** (2 pontos)



**2.2.** A e B- tensão compressiva; (3 pontos)

**2.3.** A - falha inversa; B – dobra (3 pontos)

**2.4.** A - Comportamento frágil; B - Comportamento dúctil (4 pontos)

**2.5.** – B (3 pontos)

**2.6.** Se a intensidade da tensão aumentar a rocha poderá fraturar (6 pontos)

**Grupo III**

**1.** – A (3 pontos)

**2.** – D (3 pontos)

### 3.

**3.1** Critérios de avaliação: 2 a 3 certas - 4%; 4 a 5 certas - 5%; 6 a 7 certas - 8%

- |                                 |
|---------------------------------|
| 1- Cratera                      |
| 2- Chaminé vulcânica            |
| 3- Lava                         |
| 4- Chaminé secundária           |
| 5- Cone vulcânico               |
| 6- Câmara magmática             |
| 7- Gases, poeiras e piroclastos |

**3.2** A – 2; B – 6; C – 1; D – 5 (6 pontos)

**3.3** O aluno deve referir:

- A câmara magmática fica vazia e o vulcão fica inactivo.
- Por não ter suporte o cone vulcânico pode colapsar dando origem a uma caldeira vulcânica.

<b>Critério de avaliação - 2 tópicos de resposta</b>
--

2 tópicos sem incorrecções - 6 pontos
---------------------------------------

2 tópicos com incorrecções - 4 pontos
---------------------------------------

1 tópico sem incorrecções - 3 pontos
--------------------------------------

1 tópico com incorrecções - 2 pontos
--------------------------------------

**3.4** Lava, piroclastos e gases. (3 pontos)

### 4. .

**4.1** O esquema que poderá corresponder ao vulcão Pavlof é o **B**. Segundo o texto o vulcão emite cinzas a grande altitude, indicando que o vulcão tem uma atividade explosiva. Neste tipo de atividade vulcânica formam-se cones altos e bastante inclinados.

<b>Critério de avaliação - 2 tópicos de resposta</b>
--

2 tópicos sem incorrecções - 6 pontos
---------------------------------------

2 tópicos com incorrecções - 4 pontos
---------------------------------------

1 tópico sem incorrecções - 3 pontos
--------------------------------------

1 tópico com incorrecções - 2 pontos
--------------------------------------

#### 4.2 O aluno deve referir:

- o tipo de cone vulcânico é função do tipo de atividade vulcânica que dá origem à sua formação; o tipo de atividade vulcânica é função do local de origem do magma e consequente viscosidade e teor em gases que possui
- nas zonas de rifte o material expelido é basáltico (ferromagnesiano), com um teor em gases reduzido e por isso pouco viscoso, dando origem a uma erupção efusiva, gerando cones pouco inclinados.
- nas zonas de subducção o material expelido é silicioso, com um teor em gases muito elevado e por isso muito viscoso, dando origem a erupções explosivas, que geram cones vulcânicos altos e com inclinação muito acentuada.

<b>Critério de avaliação – 3 tópicos de resposta</b>
3 tópicos sem incorrecções - 8 pontos
3 tópicos com incorrecções - 7 pontos
2 tópicos sem incorrecções - 5 pontos
2 tópicos com incorrecções - 4 pontos
1 tópico sem incorrecções - 3 pontos
1 tópico com incorrecções - 2 pontos

#### 5. .

##### 5.1 O aluno deve referir:

- as erupções do vulcão Mauna Loa são habitualmente efusivas, com escoadas lávicas muito fluidas e que podem atingir grandes distâncias
- neste tipo de erupções, as escoadas deslocam-se lentamente dando possibilidade do Homem fugir, mas como podem atingir grandes distâncias acabam por ser muito destrutivas

<b>Critério de avaliação - 2 tópicos de resposta</b>
2 tópicos sem incorrecções - 4 pontos
2 tópico com incorrecções - 3 pontos
1 tópico sem incorrecções -2 pontos
1 tópico com incorrecções -1 ponto

6. C (3 pontos)

7. D (3 pontos)



## **APÊNDICE K**

Grelha de avaliação do teste sumativo



# Escola Básica Nuno Gonçalves

7º 2ª - Ano lectivo 2014/2015

Teste de Avaliação 3º Período 5/5/2015

	Grupo I			Grupo II									Grupo III														TOTAL
	1	2	3	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	1	2	3.1	3.2a	3.2b	3.2c	3.2d	3.3	3.4	4.1	4.2	5.1	6	7	
	3	6	4	2	3	8	2	3	3	4	3	6	3	3	8	1,5	1,5	1,5	1,5	6	3	6	8	4	3	3	
A	3	3	4	2	3	0	1	2	0	0	3	0	3	3	8	1,5	1,5	1,5	1,5	4	2	2	3	0	3	3	57,5
B	3	3	4	2	3	3	2	3	0	4	3	6	0	3	5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	3	0	2	0	0	3	60
C	3	3	4	2	3	4	2	3	3	0	3	6	3	3	8	1,5	1,5	1,5	1,5	4	3	0	2	2	3	3	73
D	0	0	4	2	3	2	2	2	0	0	0	1	0	3	8	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	0	2	1	3	3	46
E	0	3	4	2	0	3	2	0	0	0	3	6	0	3	8	0	0	1,5	1,5	4	3	2	0	0	3	3	52
F	3	3	4	2	3	4	2	2	3	4	3	2	3	3	8	1,5	1,5	1,5	1,5	4	3	4	3	1	3	3	75,5
G	0	3	0	0	3	3	1	2	0	0	0	0	3	0	8	1,5	1,5	1,5	1,5	2	3	4	2	2	3	3	47,5
H	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	3	0	0	8	1,5	0	1,5	0	2	3	0	0	1	0	0	25,5
I	0	6	4	2	3	4	0	3	3	4	3	6	3	3	8	1,5	1,5	1,5	1,5	6	3	0	2	1	3	3	76
J	3	3	4	2	3	0	1	2	2	2	3	6	3	3	8	1,5	1,5	1,5	0	4	3	0	3	1	3	3	65,5
K	3	3	4	2	3	4	1	2	0	0	3	6	0	3	8	1,5	1,5	1,5	1,5	2	3	0	4	0	3	3	62,5
L	3	6	4	2	3	7	1	2	3	0	3	6	3	3	8	1,5	1,5	1,5	1,5	4	3	4	4	2	3	3	82
M	0	3	4	2	3	2	1	2	3	4	0	6	0	3	8	1,5	1,5	1,5	1,5	2	3	3	0	2	3	3	62,5
N	0	3	0	2	3	0	1	2	2	0	3	4	3	0	8	1,5	1,5	1,5	1,5	2	3	0	2	2	0	3	48
O	3	2	4	2	3	4	0	2	3	0	3	6	0	0	8	1,5	1,5	1,5	1,5	4	3	4	2	0	0	3	61,5
P	0	3	0	2	3	4	1	2	3	0	3	6	0	0	8	1,5	1,5	1,5	1,5	3	3	0	2	2	0	3	53
Q	0	3	0	2	3	2	1	0	0	0	0	6	3	3	8	1,5	1,5	1,5	1,5	0	3	2	2	0	0	3	47
R	0	3	0	2	0	4	2	2	3	2	0	6	3	0	8	1,5	1,5	1,5	1,5	6	3	0	0	0	3	3	54,5
S	3	3	4	2	3	0	1	2	2	0	0	0	3	0	8	1,5	1,5	1,5	1,5	2	3	2	2	1	3	3	52
T	3	6	4	2	3	4	0	2	2	0	3	6	0	3	8	1,5	1,5	1,5	1,5	2	3	5	2	0	0	0	63

